



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Estabilización de suelos de la red vial vecinal AN-876 con cloruro de sodio obtenido de diferentes salineras, Distrito de Santa - Ancash - 2019”

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

**AUTORES:**

Karen Fiorella Eche Oroya (0000-0002-0849-7862)

Anderson Klismann Pelaez Loyola (0000-0002-2766-1277)

**ASESORA:**

Mgtr. Jenisse Del Rocío Fernández Mantilla (0000-0003-3336-4786)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

CHIMBOTE - PERÚ

2019

## **Dedicatoria**

Dedicado a nuestros Padres, Abuelos, Hermanos y Familia, quienes con su apoyo nos ayudaron a cumplir con esta investigación, la cual aporta a nuestra carrera como profesionales.

A nuestros docentes de toda nuestra carrera de ingeniería civil, que fueron un apoyo constante en todos estos largos años, compartiéndonos sus conocimientos.

## **Agradecimiento**

Agradecemos a nuestros docentes de la carrera profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, por los sabios conocimientos brindados a lo largo de esta etapa profesional.

A Dios por lo maravilloso que nos ha dado en la vida y en especial por esta oportunidad de concluir una meta trazada, como nuestra carrera de ingeniería civil.

Y por último, a nuestra familia por su apoyo a diario para salir adelante, por ser los principales promotores para lograr cada uno de nuestros más grandes sueños, por confiar en nosotros, por estar presentes en nuestros altos y bajos a lo largo de estos años.

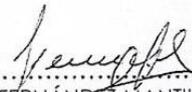
El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a) ECHE OROYA, KAREN FIORELLA y PELAEZ LOYOLA, ANDERSON KLISMANN cuyo título es: ESTABILIZACION DE SUELOS DE LA RED VIAL VECINAL AN - 876 CON CLORURO DE SODIO OBTENIDO DE DIFERENTES SALINERAS, DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2019.

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el/los estudiante(s), otorgándole(s) el calificativo de: *16*..(número) *Diez y Seis*.....(letras).

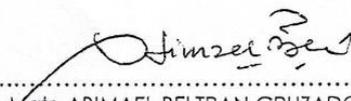
Chimbote, martes, 09 de julio de 2019



.....  
Mgr. José Pepe Muñoz Arana  
PRESIDENTE



.....  
Mgr. FERNÁNDEZ MANTILLA JENISSE DEL ROCÍO  
SECRETARIO



.....  
Mgr. ABIMAEEL BELTRAN CRUZADO  
VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

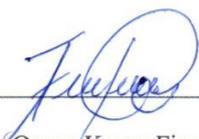
### **Declaratoria de Autenticidad**

Nosotros Eche Oroya Karen Fiorella con DNI N° 76205934 y Pelaez Loyola Anderson Klismann con DNI N° 70169891 a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería, declarando bajo juramento que toda la documentación que acompañamos es veraz y autentica.

Así mismo, declaráramos también bajo juramento que todos los datos e información que presenta la tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual nos sometemos algo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Chimbote, Julio del 2019



Eche Oroya Karen Fiorella

DNI: 70169891



Pelaez Loyola Anderson Klismann

DNI: 76205934

## Índice

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página de jurado.....	iv
Declaratoria de Autenticidad .....	v
Índice .....	vi
Resumen.....	vii
Abstract .....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. MÉTODO .....	22
2.1 Tipo y diseño de investigación .....	22
2.2 Operacionalización de variables .....	22
2.3 Población y muestra.....	25
2.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	25
2.5 Procedimiento.....	26
2.6 Métodos de análisis de datos .....	30
2.7 Aspectos éticos .....	30
III. RESULTADOS.....	31
IV. DISCUSIÓN.....	39
V. CONCLUSIONES.....	42
VI. RECOMENDACIONES.....	43
REFERENCIAS.....	44
ANEXOS.....	49

## Resumen

La presente investigación titulada: “Estabilización de suelos de la red vial vecinal AN-876 con cloruro de sodio obtenido de diferentes salineras, Distrito de Santa - Ancash - 2019”, busca mejorar la red vial vecinal AN-876, se desarrolló entre el mes de agosto pasado hasta inicios de julio del presente año, con el propósito de determinar la influencia del cloruro de sodio en la estabilización de suelos, determinando el porcentaje de pureza de las muestras de cloruro de sodio obtenido de la Minera Adolfo y la Minera Tortugas; seleccionando la muestra óptima para estabilizar el suelo de la red vial vecinal AN-876.

Para continuar con determinación de la influencia del cloruro de sodio fue necesario, determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo a estabilizar, y por último, determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo adicionando el 2%, 4% y 6 % de cloruro de sodio en grano.

La variable independiente a evaluar fue Cloruro de sodio y la dependiente la estabilización de suelos. El tipo de investigación es aplicada, utilizando conocimientos llevados a la práctica y el diseño utilizado para nuestra investigación experimental puro, utilizando una de las variables de estudio para modificarse el valor de la variable independiente, observándose los efectos en la variable dependiente.

La población de la investigación estuvo conformada por el suelo natural de la red vial vecinal AN-876, localizada en el distrito de Santa - Ancash y la muestra fue la longitud de 2.850 kilómetros de la red vial, la cual fue coincidente con la población de la investigación. Para la obtención de la muestra se consideró en todo momento el tipo de carretera y el manual de ensayos de materiales del MTC.

Los instrumentos utilizados fueron los protocolos establecidos por los laboratorios de: Mecánica de suelos de la universidad Cesar Vallejo y el laboratorio químico de la Universidad Nacional de Trujillo, logrando desarrollar los ensayos propuestos.

Concluyéndose que la “Estabilización de suelos de la red vial vecinal AN-876 con cloruro de sodio obtenido de diferentes salineras, influye positivamente con la adición del 2%, en la estabilización de suelos de la red vial vecinal AN-876, Distrito de Santa – Ancash.

**Palabras Clave:** Estabilización de suelos, cloruro de sodio, propiedades del suelo.

## **Abstract**

The present investigation entitled: "Stabilization of the soils of the local road network AN-876 with sodium chloride obtained from different salt mines, District of Santa - Ancash - 2019", seeks to improve the local road network AN-876, It was developed between the month from last August until the beginning of July of this year, with the purpose of determining the influence of sodium chloride on the stabilization of soils, to determine the percentage of purity of the sodium chloride samples obtained from Minera Adolfo and Minera Tortugas; selecting the optimal sample to stabilize the soil of the local road network AN-876.

To continue with the determination of the influence of sodium chloride, it was necessary to determine the physical and mechanical properties of the soil to be stabilized and, finally, to determine the physical and mechanical properties of the soil by adding 2%, 4% and 6%. % chloride Sodium in grain.

The independent variable to be evaluated was sodium chloride and soil stabilization dependent. The type of research is applied, using the knowledge made in practice and the design used for our pure experimental research, using one of the study variables to modify the value of the independent variable, observing the effects on the dependent variable.

The research population consisted of the natural soil of the local road network AN-876, located in the district of Santa Ancash, and the sample had a length of 2,850 kilometers of the road network, which coincided with the population of the investigation. To obtain the sample, the type of road and the material test manual of the MTC were considered at all times.

The instruments used were the protocols established by the laboratories of: Soil mechanics of the Cesar Vallejo University and the chemical laboratory of the National University of Trujillo, achieving the development of the proposed tests.

Concluding that the "Stabilization of the soils of the local road network AN-876 with sodium chloride obtained from different salt mines, positively influences with the addition of 2%, in the stabilization of the soil of the local road network AN-876 , District of Santa – Ancash.

**Keyword:** Stabilization of soils, sodium chloride, properties of soil.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente movilizarnos de un punto a otro de forma rápida, segura y eficaz es fácil debido a las vías de comunicación; las cuales contribuyen con el transporte de los productos que son generados en cada lugar.

El desarrollo de proyectos para mejora de las carreteras en el Perú, ha venido implementándose para múltiples ciudades y regiones, pero aún existen pueblos y zonas rurales que necesitan accesos de calidad. Muchas veces los proyectos no son realizados por el costo requerido.

Entre las regiones con más accesos precarios está el departamento de Ancash, teniendo superficies arenosas, arcillosas, rocosas y alcalinas. Estos suelos se forman por consecuencia de fuentes fluviales o erosiones.

El distrito de Santa es un valle donde existe la agricultura, esta actividad económica muchas veces es limitada por los accesos precarios que existen. La mayoría de estos caminos no cuentan con un suelo apropiado para el óptimo desplazamiento de sus habitantes, requiriendo un mejoramiento para facilitar la comunicación de los anexos con la zona urbana. Los problemas presentados en estas zonas son resultados de presencia de humedad debido al alto nivel freático, abundancia de polvo y en algunos casos zonas arenosas o secas.

La red vial vecinal AN-876 es el acceso principal para San Luis Estefanía y un acceso secundario al A. H. San Luis, en estos lugares se generan los recursos económicos mediante la agricultura. Las molestias para los pobladores se deben al abundante polvo que se genera al transitar vehículos motorizados por estas vías, afectando niños, ancianos, discapacitados y sobre todo los cultivos. Este problema ha generado perjuicios económicos e irreparables para las cosechas del lugar, las cuales no llegan a cultivarse adecuadamente debido al estado de la carretera.

Por otra parte, los desniveles que presenta esta red vial ocasionan pérdidas económicas al sector productivo, a través del cobro excesivo que realizan los vehículos particulares para trasladar mercaderías y pobladores.

En base a la situación expuesta, se propone una estabilización que mejore el comportamiento del suelo añadiendo un producto que actúe de modo propicio; después realizar los estudios

necesarios para el procedimiento de la estabilización. De manera que se pueda brindar una eficaz y segura carretera para la población, evitándoles molestias y exagerados costos para sus bolsillos.

El cloruro de sodio en grano, es un agregado natural estudiado desde años atrás para fines de estabilización. Este producto busca dar solución a suelos inadecuados y tiene como ventaja su bajo costo y la disponibilidad del mismo.

Las oportunidades de mejora que brindan los métodos de estabilización para los suelos, han llegado a recuperar suelos marginales, deformados, con alta plasticidad y de bajo soporte. Proporcionando cohesión a muchos suelos granulares inestables.

A nivel internacional Quinche (2006), en su tesis “ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CLORURO DE SODIO PARA USO EN VÍAS TERRESTRES URBANIZACIÓN BELLA MARÍA”, tuvo como objetivo principal estudiar el comportamiento de suelos combinados con cloruro de sodio (p. 4).

La investigación fue desarrollada con respecto a las propiedades físicas y mecánicas del suelo. Su metodología según su diseño de investigación fue experimental puro.

Una de sus conclusiones fue que el cloruro de sodio mejora las propiedades físicas y mecánicas en el suelo de la “Urbanización Bella María”, determinando que 2% de sal reduce el valor de soporte. Los porcentajes más altos de 5%, 10% y 20% aumentaron el valor de soporte, demostrando que 5% y 10% son los valores óptimos para estabilizar el suelo (Quinche 2006, p. 66).

Según Hinrichsen (2005), dentro de su tesis tratada sobre el “ESTUDIO DE COMPORTAMIENTO DE SUELO ESTABILIZADO CON SAL: FRENTE A LA ACCIÓN DEL AGUA, PARA DISTINTAS MEZCLAS” tuvo como objetivos: la evaluación de comportamientos en cuanto a la incorporación de la sal para estabilizar caminos, comparando los resultados en relación con el suelo patrón seleccionado (p. 2).

La metodología empleada según su diseño de investigación fue experimental. Experimentando con un suelo granular, agregándole cloruro de sodio y observando los resultados.

La más destacada de sus conclusiones en su investigación fue la determinación de efectos favorables por el uso de cloruro de sodio en granel, generando cambios en la relación humedad y densidad del suelo. La muestra patrón inicio con  $2.160 \text{ kg/cm}^3$  hasta llegar a  $2.270 \text{ kg/cm}^3$  disminuyendo el índice de plasticidad y aumentando la máxima densidad seca (Hinrichsen, 2005, p. 83).

Así mismo Roldan (2010), en su tesis “ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CLORURO DE SODIO (NaCl) PARA BASES Y SUB BASES” propuso como objetivo general el desarrollo de un método confiable y económico para evitar la pérdida de humedad en los suelos, permitiendo una adecuada estabilización. Dentro de sus objetivos específicos mantuvo el interés por el estudio del comportamiento físico y mecánico del suelo empleado en bases y sub bases aplicado con cloruro de sodio (p. 30).

Su metodología según su diseño de investigación fue experimental, por manipular una variable sobre la otra.

En una de sus conclusiones nos recomienda que el cloruro de sodio debe contar con una dosificación conforme a la cantidad de muestra empleada, midiéndose en función al volumen o cantidad del agua a requerir. Al adicionar el cloruro de sodio se modificaron las propiedades mecánicas, generando cambios en la densidad máxima seca y la humedad óptima. Favoreciéndose el CBR debido al incremento de cristales de NaCl, siendo efectivo los porcentajes menores o iguales al 2% en condiciones críticas. Si se pierde la humedad y se aumenta el contenido de cloruro de sodio en el suelo, el resultado sera una cimentación firme (Roldán, 2010, 132 p.).

A nivel nacional Fernández (2016), en su tesis “ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE ADICIÓN DE CLORURO DE SODIO (NaCl) PARA USO DE VÍAS TERRESTRES. ESTUDIO DE CASOS: SUELOS DE CHACHAPOYAS, 2016” su objetivo general fue determinar la concentración optima de cloruro de sodio para estabilización de suelos arcillosos de Chachapoyas (p. 10).

Según su metodología su diseño de investigación fue experimental puro.

En sus conclusiones nos da a conocer que el óptimo valor para estabilizar un suelo arcilloso es 5%, demostrando que con cada porcentaje de adición el limite liquido disminuye, llegando

hasta un 29.5%. Al disminuir la humedad óptima, la densidad seca máxima aumenta con 1.917 gr/cm<sup>3</sup> (Fernández, 2016, p. 103).

Para Palomino (2016), en su tesis “INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE SODIO EN EL ÍNDICE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE UN SUELO ARCILLOSO, CAJAMARCA 2016”, su objetivo fue evaluar de la influencia al adicionar el cloruro de sodio en 4% ,8% y 12% en el índice de California Bearing Ratio para un suelo arcilloso (p. 13).

Cuando se agregó el cloruro de sodio, aumento el CBR hasta un 10% más que la muestra patrón extraída con los porcentajes 4%, 8% y 12%. También se realizó la evaluación de la influencia del suelo por cada porcentaje con un CBR al 0.1”, la muestra elegida como patrón tuvo un 4.43% de CBR, adicionando el 4% aumento a un 4.50%, con el 8% un CBR de 4.70% y con 12 % de cloruro de sodio un CBR de 4.85% (Palomino, 2016, p. 54).

La metodología que se usó en esa investigación, fue experimental.

Teniendo como conclusión el aumento de la resistencia del suelo. El CBR 0.1” del 95% de la máxima densidad seca de la muestra patrón obtuvo un 4.43%, adicionando el 4% aumento a un 4.50%, con el 8% aumento a un 4.70% y por último el 12 % se incrementó a un 4.85% de CBR (Palomino, 2016, p. 54).

A nivel local no presenta investigaciones.

Los agregados naturales son originados por granos minerales, estos son conocidos como “Suelo”, los cuales son producto de efectos de meteorización o también cambio de rocas, dividiéndose entre estratos y horizontes. Estas partículas son divididas por medios mecánicos u otros (Quinche, 2006, p. 8).

Para Juárez y Rico (2005), el suelo es un material terroso relleno de desperdicios y hasta areniscas parcialmente cementadas (p. 34).

Las profesiones tienen diferentes significados para el suelo. El agrónomo dice que el suelo es la capa superior delgada en la que predomina la materia orgánica y es responsable del soporte de la vida vegetal, el geólogo indica que es un material de la zona delgada superior donde se encuentran las raíces y para el ingeniero el suelo incluye todas las raíces de la tierras, inorgánicas y orgánicas ubicadas en la corteza terrestre (Murthy, 2006, p. 5).

Los suelos son cuerpos tridimensionales, la mayoría de países y entidades lo clasifican como una sección vertical desde la superficie a través de todos los horizontes, hasta llegar al material principal (Raymond, 2016, p. 6).

Una masa de suelo, es un sistema trifásico que consta de partículas sólidas. Los sistemas se dan cuando los espacios vacíos se llenan parcialmente con aire y con agua, también si es un suelo seco los vacíos solo se llenan solo de aire y si es un suelo perfectamente saturado los vacíos se llenan de agua (Punmia, A. Kumar y A. Kumar, 2005, p. 9).

El suelo puede definirse como la interface de la litosfera que se encuentra en constante transformación y permanente intercambio con la atmosfera, la hidrosfera y biosfera (Lozano, 2016, p. 29).

Los minerales que contienen tamaños y formas únicas, son las partículas individuales de un suelo determinado. Estos se ven afectados por la roca original, la cual produce mediante la erosión partículas de suelo, provocados por grados de abrasión, trituración, transporte, descomposición y desintegración debido a la intemperie química o mecánica (Barnes, 2016, p. 6).

Para la disgregación de las rocas existen medios mecánicos y químicos. La corriente de ríos, olas oceánicas, fuertes vientos, hielos glaciares y acciones de congelamiento son las fuerzas físicas que fracturan las rocas en pequeñas partes generando la disgregación mecánica. La desintegración de la roca original, como por ejemplo el de los feldspatos que crean minerales arcillosos; por lo tanto se deduce que la disgregación química es aquella que cambia un material a uno totalmente nuevo (Braja, 2001, p. 79).

Los continuos cambios que sufre el suelo crea tres fases: Sólido, constituido por las partículas minerales que son parte del esqueleto estructural, atrayendo las partículas orgánicas. Gaseoso y líquido son las que cubren los poros vacíos creados entre las partículas sólidas (Cruz, 2009, p. 3).

Los suelos pueden comportarse de diversas formas, provocando estrés cuando las cargas externas y las presiones del agua actúan entre sí, también son compresibles cuando las partículas se reorganizan y el espacio vacío cambia. La compresión y distorsión del suelo es inelástica, el aumento de contenido de agua disminuye la rigidez y la fuerza del suelo (Atkinson, 2007, p. 7).

La diferencia entre la descripción y la clasificación de un suelo, es que la descripción incluye detalles de las características del material y de la masa; por lo tanto, es poco probable que dos suelos tengan descripciones idénticas. La diferencia de la clasificación es que asigna a un número limitado de grupos, basándose en las características del material; por lo tanto este es independiente de la condición in-situ de la masa del suelo (Craig, 2004, p. 9).

Las partículas minerales que forman el suelo tienen como característica su tamaño, textura y color, clasificándose en arenas, limos y arcillas; teniendo como características sus partículas de mayores a menores dimensiones, los cuales determinan el tipo de suelo. La estructura del suelo depende de la partícula más abundante (Ortega, 2014, “Composición y clasificación de los suelos”, párr. 5).

Las partículas del suelo se consideran rígidas, pero cuando cada una está en contacto físico con las demás partículas forman un armazón celular esquelético (Muir, 1990, p. 5).

Los suelos se clasifican en diversos tipos, también poseen diferentes propiedades mecánicas. El material granular grueso se le denota como grava y el material más fino como arena, pero para tener una terminología uniforme se considera cómo grava a partículas menores 0.063 mm pero menores de 2 mm, mayores a este tamaño se denotan como piedras; la arena son partículas desde 0.063 mm hasta menores de 2 mm, las menores a 0.06 mm hasta 0.002 mm se designan como limo y menores a 0.002 mm se denota como arcilla (Verruijt, 2006, p. 13).

Los suelos pueden ser: Arenosos, en los cuales se predominan altos porcentajes de arena. El gran tamaño de sus partículas, caracterizándose por no detener el agua en profundidades. Limosos, caracterizados por sus partículas medianas. En estos suelos no ingresa aceleradamente el agua por sus poros, ya que suelen contener material orgánico y arcilloso, identificado por su mínimo tamaño. Siendo suelos casi impermeables (Ortega, 2014, “Composición y clasificación de los suelos”, párr. 6).

Para la clasificación de un suelo, es indispensable indicar las propiedades mecánicas y físicas (Coronado, 2002, p. 73).

Un sistema de clasificación de suelos está destinado a proporcionar un lenguaje de comunicación entre ingenieros, etiquetando a los suelos y transmitiendo un mismo significado universal. Las agencias de EE. UU. y los departamentos del estado adoptan los sistemas SUCS y AASHTO para clasificar el suelo (Ranjan y Rao, 2000, p. 77).

La función principal del procedimiento de clasificación de suelos es estimar las propiedades y características de una forma sencilla. SUCS y AASHTO divide los suelos Granulares y de granulometría fina utilizando el límite de Atterberg y el análisis de granulometría completo, para proceder con su clasificación (Quinche, 2006, p. 10).

El sistema SUCS fue desarrollado por Casagrande en 1948, después en el 1952 fue modificado ligeramente para que sea aplicable a cimentaciones, represas y otras construcciones (Ranjan y Rao, 2000, p. 77).

La fundamentación del sistema SUCS es la determinación de suelos según su calidad, estructura y plasticidad. El porcentaje de muestra retenido en el tamiz N° 4 se califica como grava y los pasantes como arena. Los retenidos en el tamiz N° 200 se clasifican como arena y los pasantes como finos, el porcentaje pasante por el tamiz N° 40 ayuda a determinar el límite líquido y límite plástico del suelo. El LL y LP es el coeficiente de uniformidad y curvatura dependiente de la proporción granulométrica (Braja, 2015, p. 82).

El sistema AASHTO se desarrolló a fines de los años veinte y fue específicamente diseñada para la construcción de carreteras (Ranjan y Rao, 2000, p. 79).

La Asociación Americana de Agencias Oficiales de Carreteras y Transporte (AASHTO) fue desarrollada en 1929 como el sistema de clasificación de carreteras. Esta norma es la más empleada en obras viales, cumpliendo con la descripción de los suelos para usos de subrasante rigiéndose a AASTHO-M145 (Braja, 2015, p. 78).

Para clasificar las capas del pavimento de una carretera se emplea principalmente el sistema de clasificación AASHTO (Braja, 2012, p. 17).

Según El Ministerio de Transporte y Comunicaciones, es indispensable considerar los siguientes ensayos para establecer las propiedades físicas y mecánicas del suelo (ICG, 2013, p. 26).

La granulometría clasifica los tamaños de los agregados con ayuda de tamices. Definiendo el tamaño de ellos y clasificándolos entre grava, arena, limo y arcilla (MTC E 107, 2016, p. 44).

La granulometría clasifica según el tamaño de partículas: Grava, caracterizada por su tamaño de 75 entre 4.75 milímetros. Arena gruesa, de 4.75 entre 2 milímetros. Arena media, de 2

hasta 0.425 milímetros. Arena fina, de 0.425 hasta 0.075 milímetros. Limos y arcillas, destacadas por partículas menores que 0.075 milímetros (MTC, 2014, p. 30).

El Límite de Atterberg, evalúa los agregados finos de granulometría, gracias a la plasticidad que estos poseen llegan a deformarse sin romperse hasta un cierto límite (Rico y Del Castillo, 2005, p. 27).

La plasticidad es aquella característica que mantiene un suelo firme, evitando la disgregación hasta un límite de humedad. Los agregados finos que contenga el suelo son necesarios para este ensayo; ya que la granulometría no estudia a estos agregados (MTC E 132, 2016, p. 248).

El Límite Líquido se conoce por el cambio de un estado semilíquido a un estado plástico, logrando moldearse. Límite Plástico, cuando el suelo se encuentra en estado plástico y se vuelve semisólido llegando a romperse y por último, el índice plástico indica la diferencia entre el LP y LL, mostrando la magnitud de humedad del suelo. Estos límites miden la cohesión del suelo según el MTC (MTC E 112, 2016, p. 72).

El índice de plasticidad mínimo pertenece a un suelo con poca arcilla, cuando el IP es más grande pertenece a un suelo arcilloso. Es importante conocer el IP para clasificar el suelo (MTC, 2014, p. 31).

Cuando el IP es 0 el suelo no contiene arcilla, de 10 a 4 contiene poca arcilla, si tiene entre 10 a 20 es un suelo arcilloso y si es superior a 20 es muy arcilloso (ICG, 2013, p. 27).

La equivalencia de arena es el contenido de polvo fino o arcilla dentro de los agregados finos. Este obtiene resultados análogos al “Límite de Atterberg” de manera fácil y rápida, pero sin embargo sus resultados no son exactos (MTC E 114, 2016, p. 91).

Por ello es fundamental apreciar su clasificación: Si la EA es mayor que el valor de 40, es arena o un suelo sin plasticidad, si se encuentra entre 40 y 20, el suelo es escaso en plasticidad y si es menor que 20, posee plasticidad y contiene arcilla (ICG, 2013, p. 27).

El Índice de Grupo, clasifica los suelos basándose en los Límites de Atterberg, definidos por la fórmula siguiente:  $IG = 0.2 (a) + 0.005 (ac) + 0.01 (bd)$  donde, a es igual a F-35 (F= fracción del porcentaje que pasa el tamiz N° 200 – 74 micras), b es igual a F-15 (F= fracción

del porcentaje que pasa el tamiz N° 200 -74 micras), c es igual a LL- 40 (LL= limite liquido) y d es igual a IP-10 (IP= índice plástico) (MTC, 2014, p. 32).

Por lo general los valores del índice de grupo son positivos y enteros. Estos valores son comprendidos desde 0 que determinan un suelo bueno, mayores o iguales a 20 resultan ser suelos inservibles para caminos y cuando el IG es negativo se reporta como 0. Después que los valores son determinados se clasifican de la siguiente manera: de 0 a 1 es un suelo muy bueno, 1 a 2 es un suelo bueno, 2 a 4 es un suelo regular, de 4 a 9 es un suelo pobre y mayores que 9 es un suelo muy pobre (MTC, 2014, p. 32).

La resistencia del suelo está ligada a las condiciones de humedad y densidad. Los suelos finos son los que contienen la llamada “humedad natural”, esta característica es fundamental dentro del suelo para determinar su resistencia (MTC, 2014. p. 33).

La humedad natural se determina realizando el ensayo que menciona la norma MTC, comparando la humedad optima del Proctor para realizar el CBR (MTC E 108, 2014. p. 49).

El Ensayo de Proctor Modificado define las condiciones húmedas y la máxima densidad seca, mediante cargas transmitidas al suelo (MTC E 115, 2016, p. 105).

Cuando la humedad es menor o igual a la óptima, se lleva cabo la compactación estándar y se añadirá la cantidad apropiada de agua, a su vez si la humedad es mayor a la óptima, se planteará el aumento de la energía de compactación (MTC, 2014. p. 33).

El ensayo California Bearing Ratio, es aquel que determina el valor de soporte o resistencia del suelo, refiriéndose a la máxima densidad seca al 95% (MTC E 132, 2016, p. 248).

La primera prueba del valor de rodamiento y pruebas de expansión fue desarrollada en 1929, que consiste en el desplazamiento del suelo bajo cargas de ruedas, posteriormente se le conoció como relación de cojinetes de California (CBR) y hasta la actualidad se usa para probar suelos y materiales granulares en laboratorios de carreteras (Brown, 1996, p.413).

El ensayo de CBR es realizado después de clasificar el suelo por el sistema AASHTO y SUCS. Cuando la exploración de suelos tiene más de 6 valores de CBR se elige el valor promedio y cuando tiene menos valores se eligen similares o promedios al valor más crítico clasificando la subrasante del suelo desde inadecuada a excelente (ICG, 2013, p. 28).

El ingeniero con frecuencia se enfrenta a los suelos que usara en alguna obra, obligándole a modificar las propiedades del suelo o material existente para cumplir con el proyecto, esto permite realizar una estabilización ya sea por medios mecánicos o mezclas de suelo (Montejo, 2002, p. 378).

Según Terzaghi (1996), la naturaleza de un suelo puede ser alterada, eso dependerá por una correcta manipulación, porque un suelo no solo depende de la masa que esta constituye, sino de las partículas que están presentes dentro de la masa (p. 3).

La estabilización de suelos preserva o altera las propiedades del suelo, mejorando características y su utilidad (Habiba, 2017, p. 365).

Para Kézdi (1979), la estabilización incluye la resistencia y la durabilidad, con ciertas propiedades suelo (p. 69).

Otros autores definen que la estabilización del suelo es la modificación de las propiedades de un suelo está mejorando su rendimiento de la ingeniería (Bhavani y Prasad, 2017, p. 105).

Generalmente la estabilización es realizada en suelos que poseen una subrasante inadecuada o muy pobre (ICG, 2013, p.64).

Para elegir el método de estabilización es importante verificar el lugar y el suelo donde será aplicado, el uso que se le dará al suelo es requerido para la selección del aditivo a utilizar. Es importante tener la disponibilidad del aditivo, verificar los costos que demandan al realizar la practica| y realizar sin problemas la estabilización (MTC, 2014, p. 95).

Los métodos utilizados en la estabilización de suelos pueden ser mecánicos o químicos. La mecánica mejora las propiedades sin modificar su composición, para este método la compactación estática y dinámica es requerida (MTC, 2014, p. 98).

La estabilización química estabiliza el suelo por medio de la adición de agentes químicos, alterando las propiedades del suelo. El cloruro de sodio, cal, cemento, asfalto e impermeabilizantes son algunos de los productos utilizados para este método de estabilización (Tejera, 2014, “Aplicación y efectos de la estabilización química”, párr. 7).

El cloruro de sodio, cemento Portland, asfalto, cenizas volantes y desechos de fábricas de papel, son los agentes químicos más utilizados para mejorar la plasticidad, controlar el volumen y la resistencia del suelo (Palomino, 2016. p. 21).

La estabilización con cloruro de sodio (NaCl) atrae y mantiene la humedad. Los cristales que forman esta sustancia se dimensionan desde grandes tamaños hasta muy finos (Gárnica, 2002, p. 120).

La sal se utiliza como un agente estabilizador de la superficie del suelo, como carreteras o terrenos deportivos (Ogawa et al, 1963, p. 1).

El cloruro de sodio tiene como fórmula química al NaCl y es un compuesto iónico, también se conoce como sal o halita, su proporción es 1:1 de Iones de Sodio y Cloruro. Sus masas molares son de 22,99 y 35,45 gr x mol, 100 g de NaCl contienen 60,66 g de Cl y 39,34 g de Na (Guttikonda y Abhilash, 2018, p. 3).

Este agente químico se aplica directamente al suelo encontrando el porcentaje adecuado. Las formas de aplicación suelen ser: En grano, esta aplicación no es al 100% seguro ya que al adicionar el cloruro de sodio al suelo no tiene una combinación proporcionada. Sin embargo, si la adición es realizada en un laboratorio la relación suelo-cloruro de sodio es homogénea (Roldán, 2010, p. 28).

La forma de aplicarse en salmuera tiene como procedimiento la dilución de la sal en agua; sin embargo, al preparar la salmuera se corre el riesgo de afectar el equipo empleado para su realización ya que la sal es un causante de la oxidación (Roldán, 2010, p. 29).

El cloruro de sodio se obtiene mediante tres métodos, el primero es mediante la evaporación del agua de mar y resultando como residuo la sal al ser expuesto a los rayos del sol, el segundo consiste en la extracción de las minas de sal y el ultimo se realiza mediante la utilización de motores industriales que evaporan y recopilan los residuos de sal (Fernández, 1982, p.32).

El NaCl es un compuesto natural que posee una combinación interna de iones y átomos. Dentro de sus características físicas encontramos: Dureza, tonalidad, color, dureza y cristalización (Garnica, et al, 2002, p. 1).

Como propiedades químicas el cloruro de sodio está conformado por el sodio y el cloruro, en el cual el catión con el anión reaccionan, reduciendo el polvo, mejorando la cohesión del suelo y conservando la humedad absorbida del aire (ICG, 2013, p. 70).

Las fuerzas que unen las partículas de arcilla se interrumpen cuando hay demasiados iones de sodio entre ellos. Cuando se produce esta separación, las partículas de arcilla se expanden, causando hinchazón y dispersión del suelo que hace que las partículas de arcilla tapen los poros dando como resultado una permeabilidad reducida del suelo (Manjunath et al, 2012, p. 384).

La Red vial está compuesta por un conjunto de carreteras clasificadas según su servicio tanto como: nacional, regional o departamental y rural o vecinal (MTC, 2007, p. 2).

El Sistema Nacional de Carreteras (SINAC) clasifica y jerarquiza las carreteras en tres redes viales: La red vial nacional de carreteras, la cual está conformada por los principales ejes longitudinales y transversales sirviendo como receptoras de las carreteras departamentales y vecinales (MTC, 2007, p. 2).

La red vial departamental o regional, conformada por las carreteras de una red circunscrita a nivel regional, cumpliendo con la función de conectar la red nacional con la vecinal (MTC, 2007, p. 2).

Y la red vial vecinal o rural, compuesta por carreteras de la red vial circunscrita a nivel local, encargadas de unir las provincias con los distritos, centros poblados, redes nacionales y departamentales (MTC, 2007, p. 2).

Para la investigación presentada se formuló el problema siguiente: ¿Cómo influye el cloruro de sodio obtenido de diferentes salineras en la estabilización de suelos de la red vial vecinal AN – 876, Distrito de Santa - Ancash - 2019?

La presente investigación justifica este estudio, por los problemas que presenta la red vial vecinal AN - 876, proponiendo recurrir a la estabilización del suelo con cloruro de sodio obtenido de diferentes salineras y así beneficiar al pueblo de San Luis Estefanía y al A.H. San Luis.

Como se puede apreciar en la realidad presentada, hay muchos lugares necesitados en cuanto al tema de carreteras, por lo cual pretendemos tener como resultado de este estudio un suelo estabilizado con cloruro de sodio. De esta manera brindar la solución a los problemas generados por el comportamiento del suelo.

La estabilización con cloruro de sodio muestra las propiedades necesarias para la mejora de la red vial vecinal AN-876 y disminuir el exceso de polvo. Se propone utilizar este producto generado de manera natural en las salineras de Ancash, empleándolo como un estabilizante.

Dentro de nuestra investigación la principal hipótesis es: El cloruro de sodio obtenido de diferentes salineras influye positivamente en la estabilización de suelos de la red vial vecinal AN-876, Distrito de Santa - Ancash – 2019. Como segunda hipótesis: El cloruro de sodio obtenido de diferentes salineras influye negativamente en la estabilización de suelos de la red vial vecinal AN-876, Distrito de Santa – Ancash - 2019.

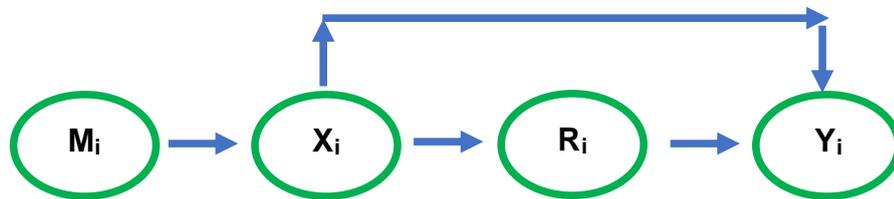
Como objetivo general de la investigación se busca determinar la influencia del cloruro de sodio en la estabilización de suelos de la red vial vecinal AN-876, Distrito de Santa - Ancash - 2019 y como objetivos específicos: Determinar el porcentaje de pureza de las muestras de cloruro de sodio obtenido de diferentes salineras, seleccionando la muestra óptima para estabilizar el suelo de la red vial vecinal AN-876; determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo a estabilizar, y por último, determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo adicionando el 2%, 4% y 6 % de cloruro de sodio.

## II. MÉTODO

### 2.1 Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es aplicada, porque se utiliza los conocimientos para llevarla a la práctica, así aplicarlos en la mayoría de casos al hombre y sociedad.

El diseño utilizado para nuestra investigación es experimental puro, que utiliza una de las variables de estudio para modificar el valor de la variable independiente, observando así los efectos en la variable dependiente (Fassio, Pascual y Francisco, 2002, p. 45).



#### **M<sub>i</sub>: Muestra que se empleará en la investigación**

- M<sub>i</sub>: Suelos extraídos de la red vial vecinal AN – 876.

#### **X<sub>i</sub>: Variables independientes**

- X<sub>i</sub>: Cloruro de sodio.

#### **R<sub>i</sub>: Resultados obtenidos**

- R<sub>i</sub>: Resultados de la investigación.

#### **Y<sub>1</sub>: Variable dependiente**

- Y<sub>i</sub>: Estabilización de suelos.

### 2.2 Operacionalización de variables

#### 2.2.1 Variable independiente

Cloruro de sodio.

#### 2.2.2 Variable dependiente

Estabilización de suelos.

### 2.2.3 Operación de variables

**TABLA N° 1:** Operación de variable independiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<p><b><u>Variable independiente:</u></b></p> <p>Cloruro de sodio</p>	<p>Es una sustancia natural que se caracteriza por tener una estructura interna con átomos e iones. Dentro sus características físicas está el color, la tonalidad, la forma de cristalización y dureza (Garnica, et al, 2002, p. 1).</p>	<p>Para el análisis detallado del cloruro de sodio se presenta el siguiente método:</p> <p>El método cuantitativo, ya que se tomará la muestra de las salineras, evaluándose la concentración de pureza y características, para elegir la muestra óptima. También se añadirá el 2%, 4% y el 6% de cloruro de sodio al suelo a estabilizar.</p>	Características físicas	- Aspecto	Nominal
				- Color	Nominal
				- Olor	Nominal
				- Sabor	Nominal
			Características químicas	- Pureza	Razón
				- Humedad	Razón
				- Insolubles	Razón

**Fuente:** Elaboración propia

**TABLA N° 2:** Operación de variable dependiente

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medición</b>
<p><b><u>Variable dependiente:</u></b></p> <p>Estabilización de suelos</p>	<p>“La estabilización del suelo puede definirse como la alteración o preservación de una o más propiedades del suelo para mejorar las características de ingeniería y rendimiento de un suelo” (Habiba, 2017, p. 365).</p>	<p>Para el análisis detallado de la estabilización de suelos se presenta el siguiente método:</p> <p>El método cuantitativo, que permite evaluar de una forma sencilla y rápida. El cual es usado para obtener resultados mediante ensayos de laboratorio.</p>	<p>Propiedades físicas</p>	- Clasificación del suelo	Nominal
				- Contenido de humedad (%)	Razón
			<p>Propiedades mecánicas</p>	- Condiciones Húmedas y máxima densidad seca (%)	Razón
				- Valor de Soporte o resistencia del suelo (%)	Razón

**Fuente:** Elaboración propia

## **2.3 Población y muestra**

### **2.3.1 Población**

La presente investigación tiene como población el suelo natural de la red vial vecinal AN-876, localizada en el distrito de Santa - Ancash.

### **2.3.2 Muestra**

Se tomó como muestra la longitud de 2.639 kilómetros de la red vial vecinal AN-876, la cual coincide con la población de la investigación y pertenece a una carretera de tercera clase. Para el estudio de la muestra se tomaron 6 calicatas de 1.50 m de profundidad, considerando el tipo de carretera y el manual de ensayos de materiales del MTC.

## **2.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.4.1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

**Técnicas:** Se realizó mediante la observación experimental, que nos ayuda a percibir y recoger los datos mediante los ensayos.

**Instrumento:** Para la recolección de datos se usaron protocolos, que son formatos estandarizados según la norma ASTM y nos brindan resultados confiables y de manera directa mediante los siguientes ensayos:

MTC E 107-2016 (Análisis granulométrico por tamizado)

MTC E 110-2016 (Límite líquido)

MTC E 111-2016 (Límite plástico)

MTC E 113-2016 (Índice de plasticidad)

MTC E 108-2016 (Contenido de humedad)

MTC E 115-2016 (Proctor modificado)

MTC E132-2016 (Índice de CBR)

## 2.4.2 Validez y confiabilidad

Para la presente investigación la validez y confiabilidad de los instrumentos es indispensable, por ello los análisis del estudio se realizaron en un laboratorio de mecánica de suelos. Por lo tanto, los protocolos a utilizar se encuentran validados con las normas ASTM y AASHTO.

## 2.5 Procedimiento

### 2.5.1 Obtención de muestra

Para el estudio del suelo de la red vial vecinal AN-876 se realizaron 6 calicatas de manera alternada, teniendo en cuenta el manual de carreteras (Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción (EG-2013) y el Manual de Ensayo de Materiales del MTC.

**Tabla N° 3:** Calicatas realizadas en la red vial vecinal AN-876.

N° DE CALICATAS	COORDENADAS UTM		PROFUNDIDAD
	Norte	Este	
Calicata 1 (C-1)	9003937.00	760520.00	1.20m.
Calicata 2 (C-2)	9004073.00	761292.00	1.20m.
Calicata 3 (C-3)	9004234.00	761454.00	1.20m.
Calicata 4 (C-4)	9004072.00	761209.00	1.20m.
Calicata 5 (C-5)	9004383.00	761642.00	1.20m.
Calicata 6 (C-6)	9004604.00	761846.00	1.20m.

**Fuente:** Elaboración Propia con datos obtenidos en la exploración realizada en campo.

Las muestras fueron trasladadas en sacos y bolsas herméticas para conservar la humedad natural, luego fueron trasladadas al laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo para proceder a realizar los ensayos plasmados dentro de la investigación.

### **2.5.2 Análisis granulométrico por tamizado – ASTM D422**

El análisis granulométrico permitió distribuir los tamaños de las partículas del suelo encontrado en la red vial AN-876.

#### **Equipos y materiales necesarios:**

- 2 balanzas, ambas con sensibilidad de 0.01g y de 0.1% del peso de muestra.
- Tamices estandarizados y normalizados en MTC E 107-2014.
- Horno eléctrico con temperatura uniforme y constante hasta de 110 °C.
- Depósitos en buen estado para la conservación y secado de la muestra.
- Brocha o cepillo para la limpieza de la malla de los tamices.

#### **Proceso de tamizado:**

- Al conseguir la muestra en su estado natural fuera de alterar o romper sus partículas, se procedió a efectuar el cuarteo, reduciendo la cantidad de muestra hasta una la recomendada en el MTC E 107-2014.
- Una vez obtenida la muestra, se procede con el secado en horno por 12 horas a una temperatura 110 °C.
- Se extrae la muestra del horno y se pesa, para seguidamente efectuar el lavado de la muestra y así descartar el material fino.
- Se lava la muestra vertiendo agua sobre el material suspendido en el tamiz N° 200, eliminándose el material pasante, que viene a ser parte de arcilla del agregado.
- Finalmente se realizó el tamizado de la muestra y se pesaron los sobrantes de todos los tamices.

### **2.5.3 Contenido de humedad de un suelo – ASTM D 2216**

Este ensayo nos permitió determinar el contenido de humedad de un suelo extraído.

#### **Equipos y materiales necesarios:**

- 1 balanza con sensibilidad de 0.01g para muestras de menos de 200 g.
- Horno con temperatura uniforme y constante hasta 110 °C.
- Recipientes resistentes al cambio de temperatura para el secado de la muestra.
- Bolsas con cierre hermético para evitar la pérdida de humedad.

### **Proceso para obtener el contenido de humedad:**

- Las muestras son transportadas y preservadas conforme lo dice la norma ASTM D 4220-89. Para prevenir y minimizar la condensación de humedad del suelo.
- Se retira el material húmedo como mínimo 20g. de la bolsa hermética para luego colocarlo en un recipiente, pesándolo incluyendo la tara.
- Posteriormente es colocado al horno por 12 horas.
- Finalmente, la muestra es retirada del horno y se procede con el peso de la muestra seca.

### **2.5.4 Proctor Modificado – ASTM D 1557**

Este procedimiento de compactación es aplicado en el laboratorio utilizando energía modificada, determinando la relación entre el peso unitario seco con el contenido de agua, compactándose en un molde de 4". La muestra es colocada en 5 capas dentro del molde, cada capa es compactada en 12, 25 o 56 golpes con un peso de 10lb (44.5N).

### **Equipos y materiales necesarios:**

- 1 molde de 4" con las especificaciones mínimas según MTC E 115.
- Pisón o martillo operado manualmente según las especificaciones reglamentadas.
- La balanza debe tener una aproximación de 1 gramo.
- Horno de secado.
- Herramientas de mezclado tales como: cuchara, espátula, etc.

### **Proceso para obtener el contenido de humedad:**

- Cada muestra es colocada en moldes cada 5 capas con determinadas dimensiones.
- Las capas son sometidas a una compactación de 56, 25 y 12 golpes con el pisón, haciendo que el suelo sea sometido a un esfuerzo total de aproximadamente de  $56000 \text{ pie-lbf/pe}^3$ .
- Después se obtiene el peso unitario seco resultante.

- Finalizando con el procedimiento, los siguientes pasos son repetitivos en relación al número de veces necesarios para obtener la curva de compactación, donde se obtuvo la humedad óptima y la máxima densidad seca.

### **2.5.5 California Bearing Ratio (CBR) – ASTM D 1883**

El valor de relación de soporte, se determinó en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad.

#### **Equipos y materiales necesarios:**

- Prensa de compresión.
- Molde de metal cilíndrico.
- Disco espaciador.
- Pisón o martillo, operado manualmente según las especificaciones reglamentadas.
- Aparato de expansión con medidor, placa de metal perforada de 149.2 mm de diámetro y un trípode con patas apoyadas en el borde del molde.
- Pesas anulares y rasuradas de metal.
- Pisón de penetración.
- Diales con recorrido min de 25 mm y divisores de lectura en 0.025 mm.
- Tanque para sumergir los moldes en agua con amplia capacidad.
- Estufa termostática controlada 110 °C.
- Balanzas de una capacidad de 20 kg y otra de 100 g.
- Misceláneos, espátula, papel filtro de diámetro del molde, etc.

#### **Proceso para CBR:**

- Primero se separa 5 kilos de muestra que se colocan un recipiente y se mezcló con la proporción de agua óptima para ser compactado en el molde de Proctor.
- Teniendo el molde se procede al pesado, colocándose el collar con el disco espaciador y sobre el disco papel filtro del mismo diámetro.
- Al terminar el preparado del molde es llenado con la muestra en 5 capas, como fue aplicado en el ensayo de Proctor Modificado.

- Terminada la compactación, se quita el collar y se enrasa.
- Desmontado el molde se procede a la colocación invertida sin el disco espaciador, colocando el papel filtro entre la base y el molde.
- Se procede con el pesado del molde más la muestra, colocándose sobre ella la placa perforada con vástago y sobre esta los anillos para completar la carga.
- Es necesario tomar la primera lectura para medir el hinchamiento, colocando el trípode, chocando con sus patas los bordes del molde. La lectura será anotada, el día y la hora.
- Continuando el molde es sumergido en el tanque, con la sobrecarga colocada.
- El molde se mantiene sumergido por 4 días (96 horas), cumpliendo lo dicho se vuelve a leer el deformímetro para verificar el hinchamiento.
- Por último, es colocado el molde en la prensa y se aplica una sobrecarga mediante su mecanismo. La penetración es realizada con una velocidad de penetración uniforme de 1.27mm por minuto.

## **2.6 Métodos de análisis de datos**

Los datos recolectados durante los procedimientos de desarrollo de la investigación están ligados a las hipótesis planteadas. Sometiendo las muestras obtenidas de la red vial AN-876 a los ensayos de Análisis Granulométrico, Contenido de Humedad, Proctor Modificado y CBR. Apoyándonos con el software Microsoft Excel 2013, elaborando gráficos, diagrama de barras, histogramas de frecuencias y grafico de líneas.

## **2.7 Aspectos éticos**

Nuestra investigación es basada con el respeto a la propiedad intelectual mediante citas y referencias expuestas dentro de la tesis, valorándose el aporte de cada autor; respeto al medio ambiente utilizando un producto generado por la naturaleza, sin causar impactos negativos. No menos importante, la responsabilidad social ayudando a la población con problemas en sus carreteras, proponiendo mediante estudios una solución a sus problemáticas, recalcando lo importante que es para nosotros como futuros profesionales brindar solución a las realidades presentadas y sobre todo tener veracidad de los resultados mediante fichas técnicas de los ensayos a realizarse.

### III. RESULTADOS

En esta investigación se obtuvieron los siguientes resultados con la finalidad de cumplir con los objetivos específicos, los cuales serán detallados de manera ordenada.

#### 3.1 Análisis químico del Cloruro de Sodio obtenido de diferentes Salineras

Para cumplir con el primer objetivo específico, se determinó la pureza del cloruro de sodio en función a su porcentaje, mediante el ensayo químico, seleccionando la muestra óptima para estabilizar el suelo de la red vial vecinal AN-876.

El ensayo químico realizado a las dos muestras de cloruro de sodio obtenidas de la Minera Adolfo, ubicada en el Distrito de Guadalupe y la Minera Tortugas, ubicada en el Distrito de Comandante Noel. Obtuvieron los siguientes resultados según la Norma Técnica Nacional ITINTEC 209.015.

**Tabla N° 3:** Características físicas del Cloruro de Sodio (NaCl).

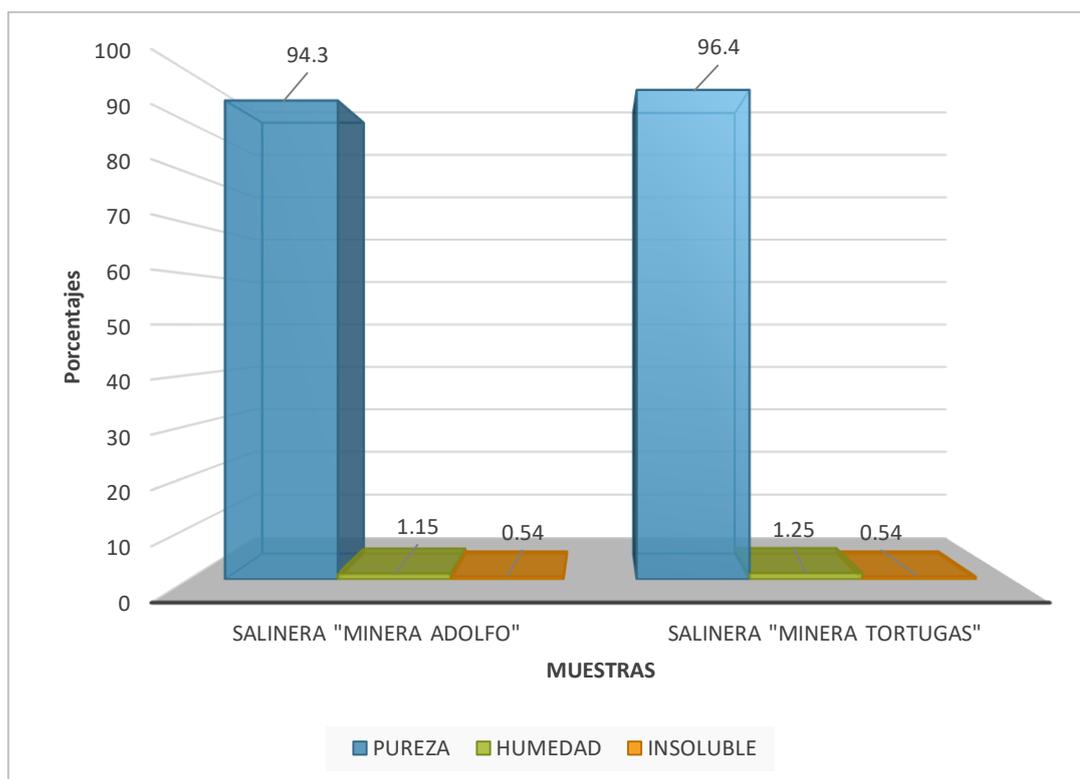
Características Físicas	Minera Adolfo	Minera Tortugas
ASPECTO	Granulado Grueso, libre de sustancias extrañas	Granulado Grueso, libre de sustancias extrañas
COLOR	Blanco	Blanco
OLOR	Inodoro	Inodoro
SABOR	Salado característico	Salado característico

**Fuente:** Elaboración propia, con los resultados obtenidos del Laboratorio de Servicios a la Comunidad e Investigación de la Universidad Nacional de Trujillo.

#### INTERPRETACIÓN:

De acuerdo a lo mostrado en la Tabla N° 3, el análisis químico realizado a las muestras de cloruro de sodio, se determinó que la muestra de “Minera Adolfo” y la “Minera Tortugas” tiene el mismo aspecto, color, olor y sabor. Dando a conocer que tiene las mismas características físicas.

**GRAFICO N° 1:** Características químicas del cloruro de sodio (NaCl).



**Fuente:** Elaboración propia, con los resultados obtenidos del Laboratorio de Servicios a la Comunidad e Investigación de la Universidad Nacional de Trujillo.

### **INTERPRETACIÓN:**

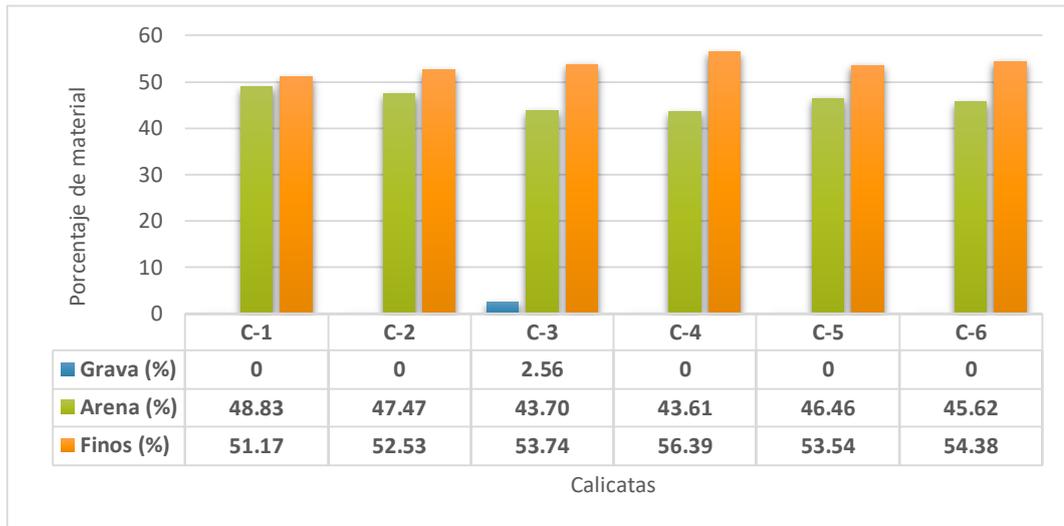
De acuerdo al gráfico N° 1, el análisis químico de la muestra de cloruro de sodio de las salineras “Minera Adolfo” y la “Minera Tortugas” se obtuvieron los siguientes resultados: La salinera con un porcentaje alto de pureza es la “Minera Tortugas” con un 96.4%, a diferencia de la Minera Adolfo que alcanza un 94.3% de pureza, y en cuanto a su humedad del NaCl la “Minera Tortugas” tiene 1.25% siendo más alto que de la “Minera Adolfo” que tiene 1.15% de humedad, pero ambos tienen un 0.54% de la propiedad insoluble. Por lo tanto, una de ellas se usará en el proyecto de investigación tomando en cuenta el porcentaje de pureza de las dos muestras.

El NaCl de la Minera Tortugas, posee un alto porcentaje de pureza, seleccionándose como la óptima para el desarrollo de la investigación, cumpliéndose así con el primer objetivo específico.

### 3.2 Propiedades Físicas y Mecánicas del suelo de la Red Vial Vecinal AN-876

Para cumplir con el segundo objetivo específico, se determinó las propiedades físicas y mecánicas del suelo de la red vial AN-876, por lo cual se realizó seis calicatas y se obtuvo las muestras para determinar la clasificación de los suelos mediante el análisis granulométrico por tamizado, según los sistemas SUCS y AASHTO.

**GRAFICO N° 4:** Análisis granulométrico por tamizado.



**Fuente:** Elaboración propia, con los resultados obtenidos en el laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo.

#### INTERPRETACIÓN:

En el gráfico N° 4, tenemos los porcentajes de cada material encontrado en las calicatas, el más predominante resultó ser los finos, el porcentaje de arena es elevado en todas las muestras y el de grava es escaso en la mayoría resultando 0%, solo en la calicata C-2 se obtuvo un 2.56%.

Comparando las muestras de las 6 calicatas se tomaron los valores más altos. Según los porcentajes de tipo de material, la calicata C-4 tiene un 56.39% de finos, la calicata C-1 tiene un 48.83% de arenas y la calicata C-3 tiene un 2.56% de grava.

Al realizar el análisis granulométrico por tamizado de cada calicata C-1, C-2, C-3, C-4, C-5 y C-6 se clasificó el suelo, dando lugar a un suelo ML (Limo arenoso) según la clasificación SUCS, mientras que en la clasificación AASHTO es un suelo A-4 (3) (Suelo limoso). Es así como se cumple con el segundo objetivo específico del

proyecto de investigación y con su respectivo indicador, basado en los dos sistemas de clasificación mencionados.

A continuación, se determinó el contenido de humedad natural de las muestras obtenidas en campo.

**GRAFICO N° 5:** Contenido de Humedad del suelo.



**Fuente:** Elaboración propia, con los resultados obtenidos en el laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo.

### **INTERPRETACIÓN:**

En el grafico N° 5, se muestra el contenido de humedad en cada calicata, en la C-1 resultó 16.10%, la C-2 resultó 13.17%, la C-3 resultó 14.19%, la C-4 con un 12.30%, C-5 resultó 13.74% y por último la C-6 resultó con un 14.39% de humedad.

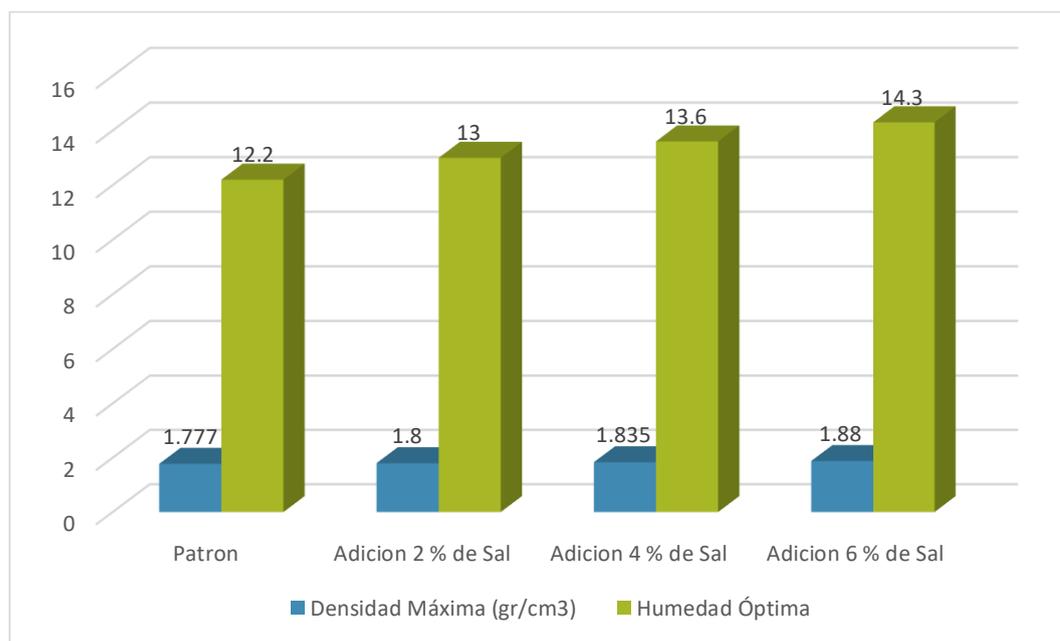
El mayor contenido de humedad se encontró en la calicata C-1. Dando a conocer que es un suelo con el más alto contenido de humedad en comparación con las demás calicatas.

### **3.3 Características Físicas y Mecánicas del Suelo adicionando el 2%, 4% y 6 % de Cloruro de Sodio**

Para cumplir con el tercer objetivo específico se determinó las características físicas y mecánicas del suelo adicionando el 2%, 4% y 6 % del cloruro de sodio.

Demostrando la influencia del cloruro de sodio al ser adicionado a la muestra del suelo de la red vial vecinal AN-876.

**GRAFICO N° 6:** Ensayo de Proctor Modificado de la muestra patrón y de adiciones de cloruro de sodio.



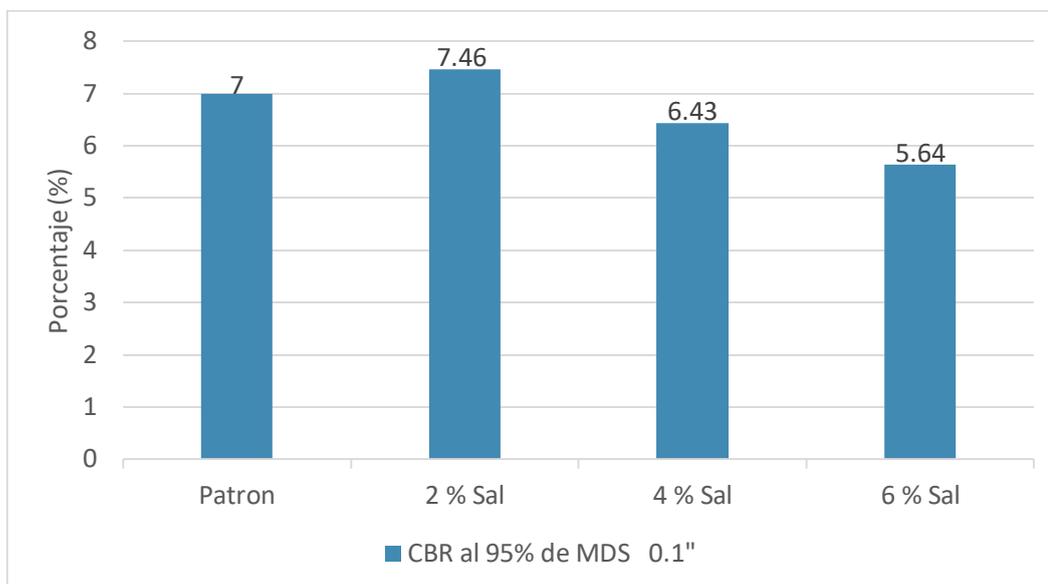
**Fuente:** Elaboración propia, con los resultados obtenidos en el laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo.

### INTERPRETACIÓN:

En este gráfico N° 6, se muestra los resultados del ensayo de Proctor Modificado de la calicata patrón (C-3), donde se obtuvo la máxima densidad seca de 1.777 gr/cm<sup>3</sup> y una humedad óptima de 12.20%. De esta manera se adicionó los porcentajes de cloruro de sodio dando como resultado que en la adición del 6% de cloruro de sodio, se obtuvo una mayor porcentaje de humedad óptima que fue 14.30% y su densidad máxima seca de 1.88%, el siguiente fue la adición del 4% de cloruro de sodio que tuvo 13.60% de humedad óptima y una densidad máxima seca de 1.835 gr/cm<sup>3</sup>, y por último el de la adición de 2% de cloruro de sodio, tuvo 13% de humedad óptima y un 1.80 gr/cm<sup>3</sup> de máxima densidad seca.

Con la humedad óptima del suelo, del ensayo de Proctor Modificado, se realizó el ensayo de CBR del suelo de la red vial vecinal AN-876, también agregando el cloruro de sodio a la muestra de suelo con los porcentajes de 2% 4% y 6%.

**GRAFICO N° 5:** Ensayo de CBR de la muestra patrón y de adiciones de cloruro de sodio.



**Fuente:** Elaboración propia, con los resultados obtenidos en el laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo.

### **INTERPRETACIÓN:**

En el grafico N° 5, el ensayo de California Bearing Ratio, se realizó con la calicata C-3 como muestra patrón y también las adiciones con los porcentajes de cloruro de sodio, para concluir con el tercer objetivo específico.

El trabajo fue realizado con los resultados del Proctor modificado, el patrón la humedad óptima para la compactación fue de 12.20% y su máxima densidad seca fue de 2.00 gr/cm<sup>3</sup>, al realizarle el ensayo de CBR al 95% de la MDS para una penetración correccional 0.1” se obtuvo un resultado de 7.00% de CBR, dando a conocer que es una subrasante regular.

Para la adición del 2% de sal (NaCl) su humedad optima de compactación fue de 13%, al realizarle el ensayo de CBR al 95% de la MDS (Máxima Densidad Seca) para una penetración correccional 0.1” se obtuvo un CBR de 7.46%, dando a conocer que es una subrasante regular.

Posteriormente la adición del 4% de sal (NaCl) tuvo como humedad optima de compactación 11.80%, al realizarle el ensayo de CBR al 95% de la MDS para una

penetración correccional 0.1” se obtuvo un CBR de 6.43%, dando a conocer que es una subrasante regular.

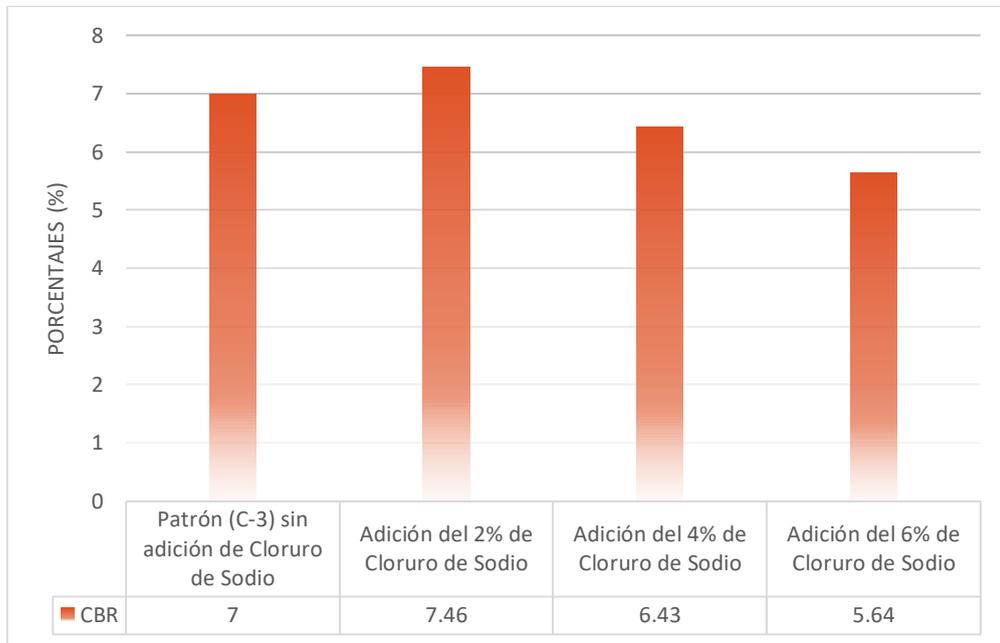
Y por último para la adición del 6% de sal (NaCl), tuvo como humedad optima de compactación 11.50% y al realizar el ensayo CBR al 95% de la MDS para una penetración correccional 0.1” se obtuvo un CBR de 5.64%, dando a conocer que es una subrasante insuficiente.

Según la sección de suelos y pavimentos del Manual de Carreteras, el patrón es una subrasante regular según su valor de CBR, para la adición de 2% el valor de soporte tiende a subir levemente pero sigue manteniéndose en una subrasante regular, para la adición de 4% disminuye pero sigue manteniéndose en una subrasante regular y la adición de 6% baja el valor de CBR convirtiéndola a una subrasante pobre.

De acuerdo a la hipótesis, el cloruro de sodio obtenido de diferentes salineras influye positivamente, en el ensayo de proctor modificado adicionando el 2% de cloruro de sodio, incrementándose a comparación de la muestra patrón C-3. Pero en comparación del CBR, las adiciones de 4% y 6% de cloruro de sodio, disminuyen el valor de soporte; ya que después de sumergirlo en agua, las partículas de cloruro de sodio se diluyen, creando espacios vacíos. Y al someter la muestra al ensayo de CBR, los valores originados tienden a disminuir, obteniendo así una resistencia baja del suelo.

La hipótesis general de la investigación respecto a la adición de cloruro de sodio obtenido de diferentes salineras, influye positivamente con la adición del 2%, en la estabilización de suelos de la red vial vecinal AN-876, Distrito de Santa – Ancash - 2019.

**GRAFICO N° 6:** Prueba de Hipótesis



**Fuente:** Elaboración propia, con los resultados obtenidos en el laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo.

**INTERPRETACIÓN:**

Respecto al gráfico N° 6, el cual representa la adición del 2%, según los resultados el CBR aumento de 7% a 7.46%; adicionando el 4% de cloruro de sodio tuvo una disminución de 7% a 6.46% y con el 6% de cloruro de sodio llego hasta 5.64% de acuerdo a los ensayos CBR realizados en el laboratorio de mecánica de suelos. El 2 % de adición de cloruro de sodio estabilizo el suelo de la red vial AN-876.

#### IV. DISCUSIÓN

La investigación tuvo como objetivo general determinar la influencia del cloruro de sodio en la estabilización de suelos de la red vial vecinal AN-876, Distrito de Santa – Ancash – 2019. Para realizar este objetivo fue importante determinar el porcentaje de pureza de las muestras propuestas para la estabilización de suelos. Dentro de las características físicas y químicas que el cloruro de sodio (NaCl) posee, la minera Adolfo y la minera Tortugas demostraron tener las mismas características físicas, aspecto granulado grueso y libre de sustancias extrañas, color blanco, olor inodoro y un sabor salado característico. Pero en sus características químicas son diferentes en cuanto a la pureza, la Minera Adolfo tiene un 94.3% y la muestra de la Minera Tortugas tiene un 96.4% teniendo el mayor porcentaje de pureza. Determinando así, que la muestra de la Minera Tortugas fue la muestra óptima para desarrollo de la investigación. Por otro lado los autores Quinche, Hinrichsen, Roldan, Fernández y Palomino, desarrollaron sus investigaciones con un porcentaje de pureza inicial de 98% hasta un 99.70%. La minera Tortugas fue la que obtuvo el porcentaje de pureza más aproximado a lo recomendado por el manual de carreteras del MTC-Sección suelos y pavimentos.

Cumpléndose con el primer objetivo específico se procedió a realizar el estudio de la red vial vecinal AN-876, determinando las propiedades físicas y mecánicas del suelo a estabilizar. Para el ensayo granulométrico mediante tamizado del manual de ensayo de materiales del MTC, la calicata C-3 (muestra patrón) obtuvo los siguientes porcentajes: Grava 2.56%, arena 43.70% y finos 53.74% clasificándose según SUCS como un suelo limo arenoso (ML) y AASHTO lo clasifico como un A-4 (3). A comparación con las investigaciones tomadas como antecedentes, los suelos eran arcillosos y con alta plasticidad.

Roldan (2016), en su investigación “Estabilización de suelos con cloruro de sodio (NaCl) para bases y sub bases”, determinó que el material utilizado en la estabilización presentaba un porcentaje de grava 2.83%, arena 77.22% y finos 19.94%, clasificándose como una Arena Limosa, no presentando plasticidad (p. 49).

También usó una arena caliza con los porcentajes de 0.89% de grava, arena 93.08% y finos 6.03%, clasificándose como arena limosa, sin poseer plasticidad (Roldan, 2010, p. 72).

Los resultados obtenidos en su granulometría tienen una similitud con nuestra investigación. Analizando la diferencia entre la investigación mencionada, es que la muestra obtenida de la red vial vecinal AN-876 contiene grava 2.56%, 43.70% de arena y 53.74% de finos, clasificando el suelo como Limo arenoso; mientras que la investigación de Roldan tiene de grava 2.83%, finos 19.94%, 77.22% de arena hasta 93.08% de arena, demostrando que la arena es el material más abundante de la muestra, clasificándolo como arena limosa. Si comparamos estos resultados con los obtenidos en los estudios previos tenemos que ambos suelos al ser clasificados no presentaron plasticidad.

Como tercer objetivo fue necesario mencionar y plasmar en la investigación las características físicas y mecánicas del suelo adicionando el 2%, 4% y 6% de cloruro de sodio. De acuerdo a los resultados del Proctor Modificado en función al suelo Patrón (c-3) con la adición de cloruro de sodio, la densidad máxima seca tiende a subir cada vez que se adiciona el cloruro de sodio. Se inició con un 1.777 gr/cm<sup>3</sup> con la muestra patrón y subió con la adición de 2% a un 1.800 gr/m<sup>3</sup>, adicionando el 4% a 1.835% y al 6% aumento a 1.880 gr/m<sup>3</sup>. En los antecedentes de las investigaciones realizadas ocurre lo mismo, esto debido a las propiedades que posee el cloruro de sodio. Como en la tesis de Hinrichsen (2005) que la máxima densidad seca tiende a aumentar, siendo el suelo patrón de 2.160 kg/cm<sup>3</sup> a 2.270 kg/cm<sup>3</sup> con adición de sal, ya que se vuelve predominante la sal en grano en la muestra natural aplicada (p. 83).

Con esto se comprueba que cada vez que se le agrega porcentajes de cloruro de sodio al suelo la máxima densidad seca tiende a incrementarse. Algo parecido sucede con la Humedad Óptima. Esta tiende a incrementarse con el cloruro de sodio, atrapando la humedad, fuera de su humedad propia. En nuestros resultados del suelo patrón (c-3) la humedad óptima es de 12.20% y con la adición del cloruro llegó a aumentar a un 13%.

Roldan (2010) en su investigación demostró la disminución de la humedad óptima, desde su muestra patrón con un 17.4% a un 12.5% referido al 6% de adición de cloruro de sodio (p. 50).

Para el autor Palomino (2016) le pasa lo mismo, cuando adiciona su humedad óptima tiende a bajar de un 10.30% a un 10.15% con su última adición (p.54).

Sin embargo en nuestros resultados se reflejaron datos contradictorios referidos a lo que dice el autor Roldan y Palomino en sus conclusiones sobre la humedad óptima. Ellos demostraron en sus resultados que la máxima densidad seca tiende a aumentar y la humedad óptima tiende a disminuir; mientras que en nuestros resultados la máxima densidad seca aumento y la humedad óptima se incrementó por cada porcentaje adicionado.

En cuanto al resultado del ensayo California Bearing Ratio. Se obtuvo que en el porcentaje de adición de cloruro de sodio del 2% aumenta levemente el soporte del suelo de 7% a 7.46%, a diferencia de la adición de 4% y 6% que baja a 6.43% y 5.64% respectivamente, llegando a convertir en una subrasante insuficiente según su categoría establecida en el MTC Sección de suelos y pavimentos.

Así mismo Roldan (2010) determinó que el valor de CBR adicionando el 2% aumenta la resistencia del suelo, pero cuando agrego mayor porcentaje del 2% de cloruro de sodio, el suelo llego a disminuir sua resistencia.

## V. CONCLUSIONES

1. La Minera Tortugas obtuvo un porcentaje 96.4%, considerándose como la muestra óptima para estabilizar el suelo.
2. El suelo de la red vial vecinal AN-876 se clasificó como un suelo Limo Arenoso (ML) con respecto a la clasificación SUCS y AASHTO lo clasifica como un A-4 (3).
3. Al realizar el ensayo de Proctor modificado, la densidad máxima seca (MDS) aumentó de 1.777gr/cm<sup>2</sup> a 1.800 gr/cm<sup>2</sup> al adicionar el 2% de Cloruro de Sodio; adicionando el 4% obtuvo un aumento de 1.777gr/cm<sup>2</sup> a 1.835 gr/cm<sup>2</sup> y por último al adicionar el 6% logro un aumento de 1.777gr/cm<sup>2</sup> a 1.880gr/cm<sup>2</sup>, demostrando el incremento de la resistencia del suelo.
4. El óptimo contenido de humedad del suelo se incrementa de acuerdo al porcentaje adicionado de cloruro de sodio.
5. El ensayo de CBR realizado con la adición del 2% de cloruro de sodio a la muestra del suelo, aumento de 7% a 7.46%, adicionando el 4% de cloruro disminuyo a 6.46% y con el 6% de cloruro de sodio llego hasta 5.64%, esto significa que es el porcentaje óptimo para estabilizar el suelo es el 2%.
6. El cloruro de sodio influye positivamente en la estabilización de la red vial vecinal AN-876 en porcentajes no mayores al 2%, ya que mejora levemente las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Para futuros investigadores tesistas se recomienda realizar ensayos con las adiciones de cloruro de sodio colocadas en horno y poder ver su comportamiento.

En los ensayos de contenido de humedad se apreció el endurecimiento del cloruro de sodio adicionado con la muestra, dando a conocer que el cloruro después de perder su humedad aumenta su resistencia, por tal motivo se recomienda a los futuros investigadores tesistas realizar pruebas de resistencia en campo.

Para los futuros tesistas se recomienda evaluar el ensayo CBR sin sumergir el molde en el agua; ya que el cloruro de sodio es soluble en agua, llegando a perder sus propiedades como agente estabilizador y creando espacios vacíos que disminuyen la capacidad de soporte del suelo.

Los futuros investigadores e ingenieros civiles deben de tener en cuenta que cuando se realice la estabilización con cloruro de sodio, los suelos no deben estar expuestos a la humedad, ya que el cloruro de sodio puede diluirse parcial o totalmente.

## REFERENCIAS

ATKINSON, Jhon. The Mechanics of soils and foundations, 2a ed. London: Taylor & Francis, 2007. 480 pp.

ISBN: 9781315273549

BARNES, Graham. Soil Mechanics. 4.ª ed. London: Red Globe Press, 2016. 584 pp.

ISBN: 9781137512208

BRAJA, Das. Fundamentos de ingeniería de cimentaciones. 7.ª ed. México: Cengage Learning, 2012. 794 pp.

ISBN: 9876074818239

BRAJA, M. Das. Fundamentos de ingeniería geotécnica. 4.ª ed. México: Cengage Learning, 2015. 658 pp.

ISBN: 6075193731

BRAJA, M. Das. Principios de ingeniería de cimentaciones. 4.ª ed. México: Thomson Editores, 2001. 880 pp.

ISBN: 9706860355

BRAVANI, Durga y PRASAD, DSV. Stabilization of soil using chemical methods. *International Journal of Recent Trends in Engineering & Research*. Vol. 3, (9): 104-121, Setiembre, 2017.

ISSN: 2455-1457

BROWN, S.F. Soil mechanics in pavement engineering. *Géotechnique*. Vol. 46, (3): 383-426, Septiembre 1996.

ISSN: 0016-8505

CORONADO, Jorge. Manual centroamericano para diseño de pavimentos. Guatemala: [s.n.]. 2002. 289 pp.

CRAIG, Robert. Soil Mechanics, 7.a ed. USA y Canada: Spon Press, 2004. 145 pp.

ISBN: 0203494105

CRESPO, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones, 5.ª ed. México: Limusa, 2004. 650 pp.

ISBN: 9681864891

CRUZ, Lucio. Mecánica de suelos I. Cauca: Universidad del Cauca, 2009. 45 pp.

FASSIO, Adriana, PASCUAL, Liasna y SUAREZ, Francisco. Introducción a la metodología de la investigación aplicada al saber administrativo. Argentina: Ediciones Cooperativas. 2002. 205 pp.

FERNÁNDEZ, Libany. Estabilización de suelos arcillosos mediante adición de cloruro de sodio (NaCl) para uso de vías terrestres, estudio de casos: Suelo de Chachapoyas, 2016. Tesis (Ingeniero Civil). Chachapoyas: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2016. 162 pp.

FERNÁNDEZ, Loiza. Mejoramiento y estabilización de suelos. México: Limusa, 1982. 352 pp.

ISBN: 9681813804

GARCÉS, Ingrid. Minerales industriales. Chile: Universidad de Antofagata, 2014. 5 pp.

GARNICA, Paul [et al]. Estabilización con cloruro de sodio para uso en las vías terrestres. México: Instituto Mexicano del Transporte, 2002, 56 pp.  
ISSN: 0188-7297

GUTTIKONDA, Ramkumar y ABHILASH, Nadakuditi. Stabilization of Black Cotton Soil Using Sodium Chloride. Vol. 4. (1): 1-5, 2018. *Advance Research, Ideas and Innovations in Technology*.  
ISSN: 2454-132X

HABIBA, Afrin. Stabilization of Clayey Soils Using Chloride Components. *American Journal of Civil Engineering*. Vol. 5, (6): 365-370, Noviembre 2017.  
ISSN: 2330-8737

HINRICHSEN, Nicole. Estudio de comportamiento de suelo estabilizado con sal: Frente a la adición del agua, para distintas mezclas. Tesis (Ingeniero Civil). Valdivia: Universidad Austral de Chile, Escuela de Ingeniería Civil en Obras Civiles, 2005. 125 pp.

INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN Y GERENCIA. Manual de Carreteras: Suelos, Geología Geotecnia y Pavimentos. Sección: Suelos y Pavimentos. Lima: Editorial ICG, 2013. 195 pp.

ISBN: 0471086584

JUÁREZ, Eulalio y RICO, Alfonso. Mecánica de suelos. México: Limusa, 2005. 644 pp.

ISBN: 9681800

LOZANO, William. Suelos : Guía de prácticas simplificadas en campo y laboratorio Colombia: Universidad Piloto de Colombia, 2016. 120 pp.

MANJUNATH, Kuma [et al]. Stabilization of Red Soil Using Ground Granulated Blast Furnace Slag. Vol. 1. 391-395. *Proceedings of International Conference on Advances in Architecture and Civil Engineering*. Junio 2012.

ISBN: 9789382338017

MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. Decreto Supremo N° 017, of 07: Aprueban Reglamento de Jerarquización Vial. Lima: El Peruano, 2007. 6 pp.

MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. Manual de carreteras, sección suelos y pavimentos. Lima: Dirección general de caminos y ferrocarriles, 2014. 301 pp.

MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. Manual de ensayo de materiales. Lima: Dirección general de caminos y ferrocarriles, 2016. 205 pp.

MONTEJO, Alfonso. Ingeniería de Pavimentos para Carreteras. 2. A ed. Colombia: Stella Valbuena de Fierro, 2002. 733 pp.

ISBN: 9589603629

MUIR, David. Soil Behaviour and Critical State Soil Mechanics. New York: Cambridge University Press, 1990. 465 pp.

ISBN: 0521337828

MURTHY, V. Geotechnical engineering: principles and practices of soil mechanics and foundation engineering. Estados Unidos de América: Marcel Dekker, Inc., 2002. 1056 pp.

ISBN: 9780824708733

OGAWA, Tsunehiko [et al]. Studies on the Limitation of Soil Stabilization by the Addition of Sodium Chloride. Faculty of Agriculture: Ehime University, 1996. 5 pp.

ORTEGA, Graciela. Composición y clasificación de los suelos. [en línea]. Color abc: 7 de octubre de 2014. [Fecha de consulta: 10 de setiembre de 2018]. Disponible en <http://www.abc.com.py/edicion-impres/suplementos/escolar/composicion-y-clasificacion-de-los-suelos-1293271.html>

PALOMINO, Edilberto. Influencia de la adición de cloruro de sodio en el índice California Bearing Ratio (CBR) de un suelo arcilloso, Cajamarca 2016. Tesis (Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería Civil, 2016. 114 pp.

PUNMIA, B., KUMAR, Ashok y Kumar, Arun. Soil Mechanics and Foundations. 16.<sup>a</sup> ed. New Delhi: Laxmi Publications (P) Ltd. 2005, 9 pp.

ISBN: 8170080819

QUINCHE, Granada. Estabilización de suelos con cloruro de sodio (NaCl) para bases y sub bases. Tesis (Ingeniero Civil). Loja: Universidad Técnica Particular de Loja, Escuela de Ingeniería Civil, 2010. 194 pp.

RANJAN, Gopal y RAO, A. Basic and Applied Soil Mechanics. 2.<sup>a</sup> ed. New Age International Publishers: New Delhi, 2000. 758 pp.

ISBN: 8122412238

RICO, Alfonso y DEL CASTILLO, La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas. México: Limosa, 2005. 460 pp.

ISBN: 9681800540

ROLDÁN, Jairon. Estabilización de suelos con cloruro de sodio (NaCl) para bases y sub bases. Tesis (Ingeniero Civil). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela de Ingeniería Civil, 2010. 199 pp.

TEJERA, A. Estabilización de suelos. [en línea]. Ingeniería civil, 2014. [Fecha de consulta: 10 de septiembre de 2018]. Disponible en <http://atejerahiggins3.blogspot.com/2014/05/estabilizacion-de-suelos.html>

TERZAGHI, Karl, PECK, Ralph y MESRI, Gholamreza. Soil Mechanics In Engineering Practice. 3.<sup>a</sup> ed. United States of America: John Wiley & Sons, 1996. 502 pp.

VERRUIJT, Arnold. Soil Mechanics. [en línea]. Delf University of Technology, 2006. [Fecha de consulta: 10 de junio de 2019]. Disponible en [http://www-mdp.eng.cam.ac.uk/web/library/enginfo/textbooks\\_dvd\\_only/soilmechs/SoilMechBook.pdf](http://www-mdp.eng.cam.ac.uk/web/library/enginfo/textbooks_dvd_only/soilmechs/SoilMechBook.pdf)

# **ANEXOS**

**ANEXO N° 1**

**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

## **MATRIZ DE CONSISTENCIA**

### **TÍTULO:**

Estabilización de suelos de la red vial AN-876 con cloruro de sodio obtenida de diferentes salineras, Distrito de santa – Ancash – 2019

### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño de Infraestructura Vial

### **DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

La red vial vecinal AN-876 es el acceso principal para San Luis Estefanía y un acceso secundario al A. H. San Luis, en estos lugares se generan los recursos económicos mediante la agricultura. Las molestias para los pobladores se deben al abundante polvo que se genera al transitar vehículos motorizados por estas vías, afectando niños, ancianos, discapacitados y sobre todo los cultivos.

Este problema ha generado perjuicios económicos e irreparables para las cosechas del lugar, las cuales no llegan a cultivarse adecuadamente debido al estado de la carretera. Los problemas presentados en estas zonas son resultados de presencia de humedad debido al alto nivel freático, abundancia de polvo y en algunos casos zonas arenosas o secas.

En base a la situación expuesta, se propone una estabilización que mejore el comportamiento del suelo añadiendo un producto que actúe de modo propicio; después realizar los estudios necesarios para el procedimiento de la estabilización. De manera que se pueda brindar una eficaz y segura carretera para la población, evitándoles molestias y exagerados costos para sus bolsillos.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	DIMENSIONES	INDICADORES	JUSTIFICACIÓN
¿Cómo influye el cloruro de sodio obtenido de diferentes salineras en la estabilización de suelos de la red vial vecinal AN – 876, Distrito de Santa - Ancash - 2019?	<p><b>General:</b> Determinar la influencia del cloruro de sodio en la estabilización de suelos de la red vial vecinal AN-876, Distrito de Santa - Ancash – 2019.</p> <p><b>Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar los porcentajes de pureza de las muestras de cloruro de sodio obtenido de diferentes salineras, seleccionando la muestra óptima para estabilizar el suelo de la red vial vecinal AN-876</li> <li>- Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo a estabilizar</li> <li>- Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo adicionando el 2%, 4% y 6 % de cloruro de sodio.</li> </ul>	<p>El cloruro de sodio obtenido de diferentes salineras influye positivamente en la estabilización de suelos de la red vial vecinal AN-876, Distrito de santa - Ancash – 2019.</p> <p>El cloruro de sodio obtenido de diferentes salineras influye negativamente en la estabilización de suelos de la red vial vecinal AN-876, Distrito de Santa – Ancash - 2019.</p>	Características físicas	Aspecto	<p>La presente investigación justifica este estudio, por los problemas que presenta la red vial vecinal AN - 876, proponiendo recurrir a la estabilización del suelo con cloruro de sodio obtenido de diferentes salineras y así beneficiar al pueblo de San Luis Estefanía y al A.H. San Luis.</p> <p>La estabilización con cloruro de sodio muestra las propiedades necesarias para la mejora de la red vial vecinal AN-876 y disminuir el exceso de polvo, brindando solución a los problemas expuestos.</p>
				Color	
				Olor	
				Sabor	
			Características químicas	Pureza	
				Humedad	
				Insoluble	
			Propiedades Físicas	Clasificación del suelo	
				Contenido de humedad	
			Propiedades Mecánicas	Condiciones húmedas y máxima densidad seca.	
Valor de soporte o resistencia del suelo.					

# **ANEXO N° 2**

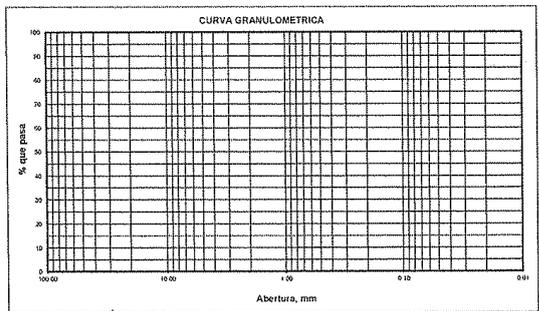
## **PROTOCOLOS**



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO			
ASTM D-6913			
PROYECTO:			REGISTRO:
			PÁGINA:
SOLICITA:			
UBICACIÓN:			
MUESTRA:	COORDENADAS (UTM)	N. FREÁTICO:	
CALICATA:			FECHA:

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - 6913)**

Peso Inicial Seco, [gr]			
Peso Lavado y Seco, [gr]			
Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	76.000		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.500		
3/8"	9.525		
N° 4	4.760		
N° 10	2.000		
N° 20	0.840		
N° 40	0.420		
N° 60	0.250		
N° 100	0.150		
N° 200	0.074		
< N° 200			



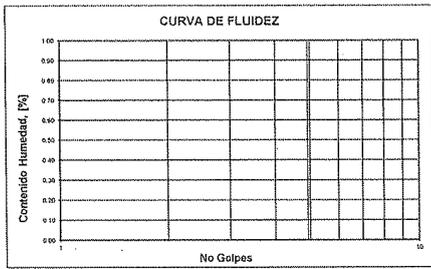
**LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)**

Procedimiento	Tara N°		
1. No de Golpes			
2. Peso Tara, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
5. Peso Agua, [gr]			
6. Peso Suelo Seco, [gr]			
7. Contenido de Humedad, [%]			

**CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)**

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	
4. Peso Agua, [gr]	
5. Peso Suelo Seco, [gr]	
6. Contenido de Humedad, [%]	

Procedimiento	Tara N°		
1. Peso Tara, [gr]			
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
4. Peso Agua, [gr]			
5. Peso Suelo Seco, [gr]			
6. Contenido de Humedad, [%]			



RESUMEN	
Grava (No.4 < Diam < 3")	
Arena (No.200 < Diam < No.4)	
Finos (Diam < No.200)	
Clasificación SUCS	
Clasificación AASHTO	
Terreno de Fundación	

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.

**Ing. Victor Herrera Lazaro**  
 R.P. 216697 Jefe de Laboratorio





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

REGISTRO ESTRATIGRÁFICO						
ASTM D 2488						
PROYECTO:				Registro N°:		
SOLICITA:				Página N°:		
UBICACIÓN:				Prof. Alcanzada (m):		
CALICATA:				Nivel Freático (m):		
Fecha:						
PROFUNDIDAD (METROS)	TIPO DE EXCAVACIÓN	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN (UCV)
			IN, 55			

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



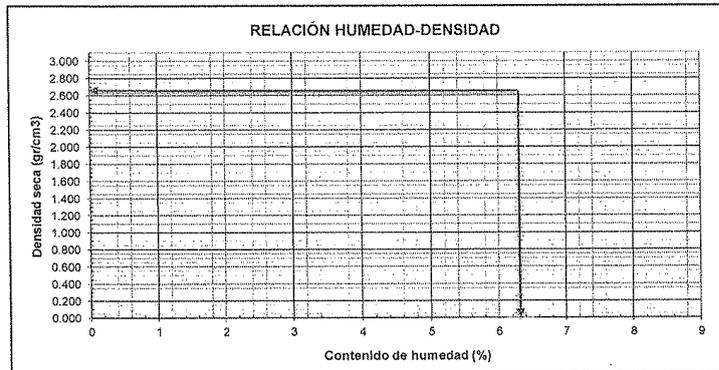
Ing. Víctor Herrera Lázaro  
CIP 216097 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe

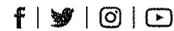


RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1883						
PROYECTO:			REGISTRO:			
SOLICITA:			PÁGINA:			
UBICACIÓN:			FECHA:			
MATERIAL:						
MUESTRA:						
Peso suelo + molde	gr					
Peso molde	gr					
Peso suelo húmedo compactado	gr					
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>					
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>					
Recipiente N°						
Peso del suelo húmedo+tara	gr					
Peso del suelo seco + tara	gr					
Tara	gr					
Peso de agua	gr					
Peso del suelo seco	gr					
Contenido de agua	%					
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>					
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						
Humedad óptima (%)						



  
**Ing. Victor Herrera Lazaro**  
 CIP 216087 Jefe de Laboratorio

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



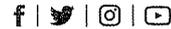
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)												
ASTM D-1883												
PROYECTO:						REGISTRO:						
SOLICITA:						PÁGINA:						
UBICACIÓN:						FECHA:						
MATERIAL:												
MUESTRA:												
COMPACTACIÓN												
Molde Nº	1				2				3			
Capas Nº	5				5				5			
Golpes por capa Nº	55				26				12			
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)												
Peso de molde (g)												
Peso del suelo húmedo (g)												
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )												
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )												
Tara (Nº)												
Peso suelo húmedo + tara (g)												
Peso suelo seco + tara (g)												
Peso de tara (g)												
Peso de agua (g)												
Peso de suelo seco (g)												
Contenido de humedad (%)												
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )												
EXPANSIÓN												
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		
				mm	%		mm	%		mm	%	
PENETRACIÓN												
PENETRACIÓN Pulgadas	CARGA STAND. Lb/pulg2	MOLDE Nº 01			MOLDE Nº 02			MOLDE Nº 03				
		CARGA lb	CORRECCIÓN lb	%	CARGA lb	CORRECCIÓN lb	%	CARGA lb	CORRECCIÓN lb	%		
0.000												
0.025												
0.050												
0.075												
0.100	1000											
0.125												
0.150												
0.175												
0.200	1500											
0.250												
0.300												
0.400												
0.500												

  
**Ing. Victor Herrera Lazaro**  
 CIP 210087 Jefe de Laboratorio

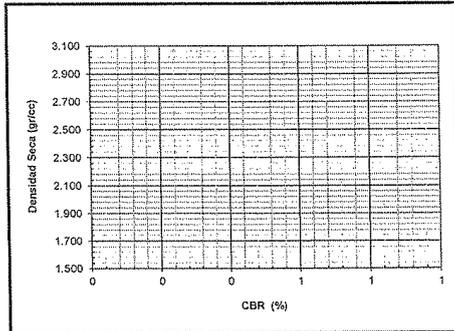
Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



ucv.edu.pe



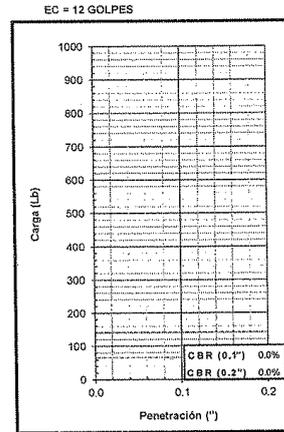
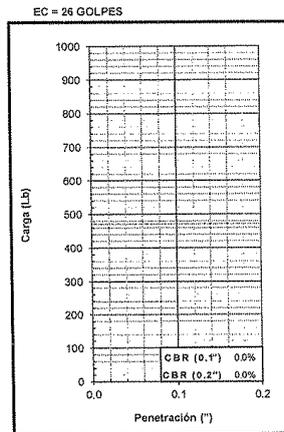
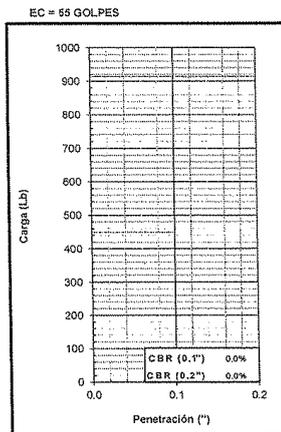
RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1883	
PROYECTO:	REGISTRO:
SOLICITA:	PÁGINA:
UBICACIÓN:	FECHA:
MATERIAL:	
MUESTRA:	



MÉTODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557  
 MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) :  
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%):

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	0.2":
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	0.2":

OBSERVACIONES:



**Ing. Victor Herrera Lazaro**  
 "IP 214007" Jefe de Laboratorio

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



ucv.edu.pe

**ANEXO N° 3**  
**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 1/2"	38,100
1"	25,400
3/4"	19,000
5/8"	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 apresadas 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  $110 \pm 5$  °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

### DETERMINACIÓN 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:

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

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

Donde:

- W = es el contenido de humedad, (%)
- $M_{CS}$  = es el peso del contenedor más el suelo húmedo, en gramos
- $M_{CS}$  = es el peso del contenedor más el suelo secado en horno, en gramos
- $M_C$  = es el peso del contenedor, en gramos
- $M_W$  = es el peso del agua, en gramos
- $M_S$  = es el peso de las partículas sólidas, en gramos

### 7.3 INFORME

- 7.3.1 El informe deberá incluir lo siguiente:

- a) La identificación de la muestra (material) ensayada, tal como el número de la perforación, número de muestra, número de ensayo, número de contenedor, etc.
- b) 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.
- c) Indicar si el espécimen de ensayo tenía un peso menor que el indicado en 6.1.2 de este ensayo.
- d) Indicar si el espécimen de ensayo contenía más de un tipo de material (estratificado, etc.).
- e) Indicar el método de secado si es diferente del secado en horno a  $110 \pm 5$  °C.
- f) Indicar si se excluyó algún material del espécimen de ensayo.



## MTC E 110

### DETERMINACIÓN 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, compactabilidad, contracción-expansión y resistencia al corte
- 2.2 Los límites líquido y plástico de un suelo pueden utilizarse 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
- 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 lutita 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.

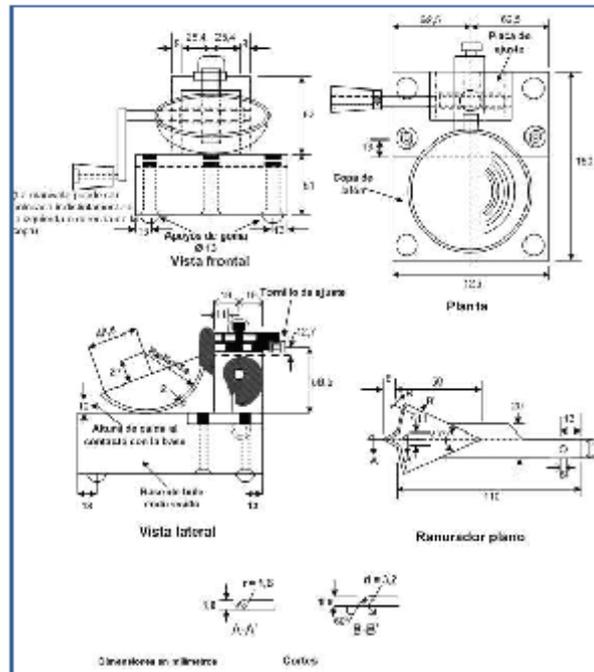
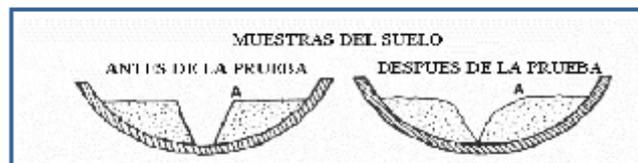


Figura 1: Aparato manual para límite líquido



- 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,  $W^p$ , 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,  $W^p$ , 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:

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

Donde:

- $N$  = Números de golpes requeridos para cerrar la ranura para el contenido de humedad,
- $W^p$  = 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, compactabilidad, 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 1/2") 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).



## 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 kN-m/m<sup>3</sup> (56 000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>)).

#### 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 (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>)).

**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 (¾ 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 (¾ pulg) a Pesos Unitarios y contenido de humedad de la fracción que pasa la malla de 19,0 mm (¾ 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 (¾ 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 (¾ 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/pt<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 ( $\gamma_{d,máx}$ ) 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 ( $\gamma_{úmáx}$ ). 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 ( $\gamma_{úmáx}$ ) 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 construidos 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



- ( $\frac{3}{8} \pm \frac{1}{16}$  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 ( $\frac{1}{8}$  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 de 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 (¾ pulg) ó 19,0 mm (¾ pulg). Durante la preparación del material granular que pasa la malla ¾ 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 (¾ 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 (1/4 pulg) de la parte superior del molde. Si la quinta capa se extiende en más de 6 mm (1/4 pulg) 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 kN/m<sup>3</sup> (0,1 lbf/ft<sup>3</sup>) 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 (%)

$$\gamma_d = 62,43 \rho_d \text{ en } \text{lb/ft}^3 \quad (3)$$

$$\gamma_d = 9,807 \rho_d \text{ en } \text{kN/m}^3$$

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 lb/ft<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 lbf/pie<sup>3</sup>.
- 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<sub>c</sub> 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.



## ANEXO

### (INFORMACION OBLIGATORIA)

#### A1. VOLUMEN DEL MOLDE DE COMPACTACION

##### A1.1. OBJETIVO

- A1.1.1. Este anexo describe el procedimiento para la determinación del volumen del molde de compactación.
- A1.1.2. El volumen es determinado por un método de llenado con agua y chequeado con un método de medición lineal.

##### A1.2. APARATOS

- A1.2.1. En adición a los aparatos listados en la sección 4, los siguientes ítems son requeridos:
  - A1.2.1.1 Vernier o Dial Calibrado, graduado en un rango de 0 a 150 mm (0 a 6 pulg) y sensibilidad de 0,02 mm (0,001 pulg).
  - A1.2.1.2 Micrómetro Interior, graduado en un rango de 50 a 300 mm (2 a 12 pulg) y aproximación de lectura a 0,02 mm (0,001 pulg).
  - A1.2.1.3 Platos de Plástico ó Vidrio, Dos platos de vidrio o plástico de de espesor 200 mm<sup>2</sup> por 6 mm (8 pulg<sup>2</sup> por 1/4 pulg).
  - A1.2.1.4 Termómetro, de un rango de 0 - 50 °C, con graduaciones cada 0,5 °C, de acuerdo a las Especificaciones ASTM E 1.
  - A1.2.1.5 Llave de cierre engrasada o sellador similar.
  - A1.2.1.6 Equipo diverso; jeringa de pera, secadores, etc.

##### A1.3. PRECAUCIONES

- A1.3.1. Desarrollar este procedimiento en un área aislada de corrientes de aire y fluctuaciones extremas de temperatura.

##### A1.4. PROCEDIMIENTO

###### A1.4.1. Método de Llenado de agua:

- A1.4.1.1 Engrasar ligeramente la base del molde de compactación y colocarlo en uno de los platos de plástico ó vidrio. Engrasar ligeramente la parte superior del molde. Tener cuidado de no engrasar el interior del molde. Si es necesario usar el plato base, como se anota en 6.2.4.7 de este ensayo., colocar al molde engrasado en el plato base y asegurar con los tornillos sujetadores.
- A1.4.1.2 Determinar la masa del molde engrasado y platos de vidrio o plástico con aproximación al 1 g (0,01 lb-m).
- A1.4.1.3 Colocar el molde y la base del plato en una superficie nivelada, firme y llenar el molde con agua ligeramente hasta los bordes.
- A1.4.1.4 Deslizar el segundo plato sobre el borde superior del molde de tal manera que el molde quede completamente lleno de agua y sin burbujas de aire atrapadas. Añadir o quitar agua si es necesario, con la jeringa bombilla.
- A1.4.1.5 Secar completamente cualquier exceso de agua del exterior del molde y platos.
- A1.4.1.6 Determinar el peso del molde, platos y agua y registrar con aproximación a 1 g (0,01 lb-m).
- A1.4.1.7 Determinar la temperatura del agua en el molde con aproximación 1 °C y registrar. Determinar la densidad absoluta del agua según la Tabla A1.1.
- A1.4.1.8 Calcular el peso del agua en el molde restando el peso determinado en A1.4.1.2. del registrado en A1.4.1.6.



- A1.4.1.9 Calcular el volumen de agua dividiendo el peso del agua por la densidad de agua y registrar con aproximación a 1 cm<sup>3</sup> (0,0001 pie<sup>3</sup>).
- A1.4.1.10 Cuando el plato de base es usado para la calibración del volumen del molde repetir los pasos A1.4.1.3 al A1.4.1.9.
- A1.4.2 Método de Mediciones Lineales:
  - A1.4.2.1 Usando el vernier calibrador o el micrómetro interior, medir el diámetro del molde seis veces la parte superior del molde y seis veces en la parte inferior del molde, espaciando proporcionalmente cada una de las seis mediciones alrededor de la circunferencia del molde. Registrar valores con aproximación a 0,02 mm (0,001 pulgadas).
  - A1.4.2.2 Usando el vernier calibrador, medir la altura interior del molde realizando tres medidas igualmente espaciados alrededor de la circunferencia del molde. Registrar los valores con aproximación 0,02 mm (0,001 pulgadas).
  - A1.4.2.3 Calcular el promedio del diámetro de la parte superior del molde, promedio del diámetro de la parte inferior del molde y la altura.
  - A1.4.2.4 Calcular el volumen del molde y registrar con aproximación a 1 cm<sup>3</sup> (0,0001 pie<sup>3</sup>) utilizando la ecuación A1a (para pulgadas-libra) ó A1b (para SI):

$$V = \frac{(\pi)(h)(d_t + d_b)^2}{(16)(1728)} \quad (A.1.a)$$

$$V = \frac{(\pi)(h)(d_t + d_b)^2}{(16)(10)^3} \quad (A.1.b)$$

Donde:

- V = Volumen de molde, cm<sup>3</sup>, (pie<sup>3</sup>)
- H = Promedio de altura, mm, (pulg).
- dt = Promedio de diámetro de la parte superior, mm (pulg)
- db = Promedio de diámetro de la parte inferior, mm (pulg)
- 1/1728 = Constante para convertir pulg<sup>3</sup> a pie<sup>3</sup>
- 1/103 = Constante para convertir mm<sup>3</sup> a cm<sup>3</sup>

- A1.5. Comparación de Resultados
  - A1.5.1 El volumen obtenido por otro método debe estar dentro de los requisitos de tolerancia de 4.1.1.1. y 4.1.1.2.
  - A1.5.2 La diferencia entre los dos métodos no debe ser mayor que 0,5 % del volumen nominal del molde.
  - A1.5.3 Repetir la determinación de volumen si estos criterios no concuerdan.
  - A1.5.4 La falla en la obtención de un acuerdo satisfactorio entre los dos métodos incluso después de varias tentativas, es una indicación que el molde se encuentra muy deformado y debe ser reemplazado.
  - A1.5.5 Emplear el volumen del molde determinado, con el método de llenado en agua, como el valor de volumen asignado para cálculo de humedad y densidad seca (ver 7.1.4).

**Tabla 1**  
Tiempo de permanencia requerido para saturación de especímenes

Clasificación	Tiempo de permanencia mínimo en horas
GW, GP, SW, SP	No se requiere
GM, SM	3
Todos los demás suelos	16



**Tabla 2**  
**Equivalencia métricas para las figuras N° 1 y 2**

Pulgadas	milímetros
0,016	0,41
0,026	0,66
0,032	0,81
0,028	0,71
1/2	12,70
2 1/2	63,50
2 3/4	66,70
4	101,60
4 1/2	114,30
4,584	116,43
4 3/4	120,60
6	152,4
6 1/2	165,10
6 3/4	168,30
6 3/4	171,40
8 1/4	208,60

pie <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>
1/30 (0,0333)	943
0,0005	14
1/13,333 (0,0750)	2 124
0,0011	31

**Tabla A.1.1**  
**Densidad del Agua**

Temperatura °C (°F)	Densidad del Agua g/ml
18 (64,4)	0,99862
19 (66,2)	0,99843
20 (68,0)	0,99823
21 (69,8)	0,99802
22 (71,6)	0,99779
23 (73,4)	0,99756
24 (75,2)	0,99733
25 (77,0)	0,99707
26 (78,8)	0,99681

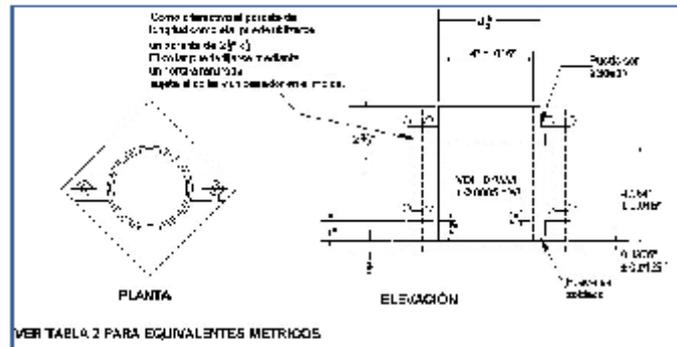


Figura 1: Molde cilíndrico de 4,0 pulg

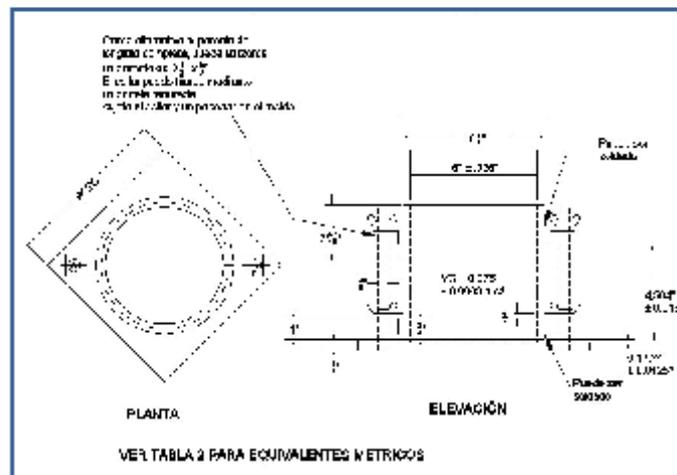


Figura 2: Molde cilíndrico de 6,0 pulg



## 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 ± 0,127 mm (2,416 ± 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).

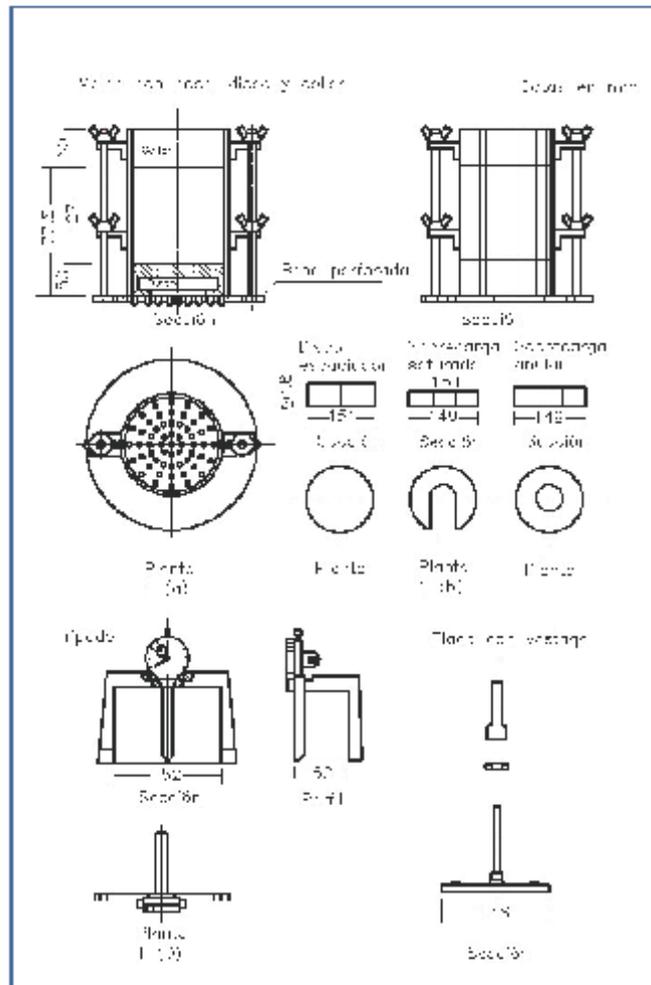


Figura 1.



#### 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 3/4 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



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.

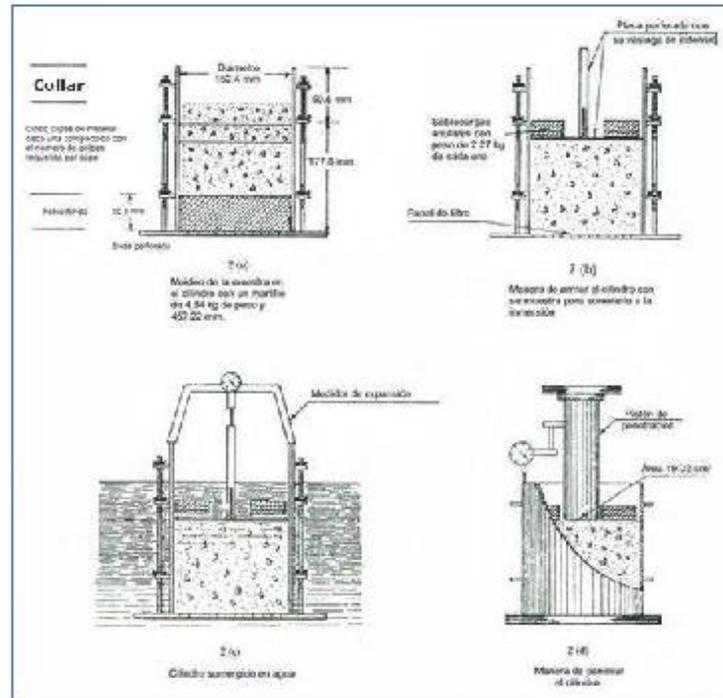


Figura 2: Determinación del valor de la relación de soporte en el laboratorio

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. Lívese el conjunto a la prensa y colóquese en el orificio central de la sobrecarga anular, el pistón de penetración y añada 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 ( $7,0" \pm 0,16"$ ) 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:

- 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.
- 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.

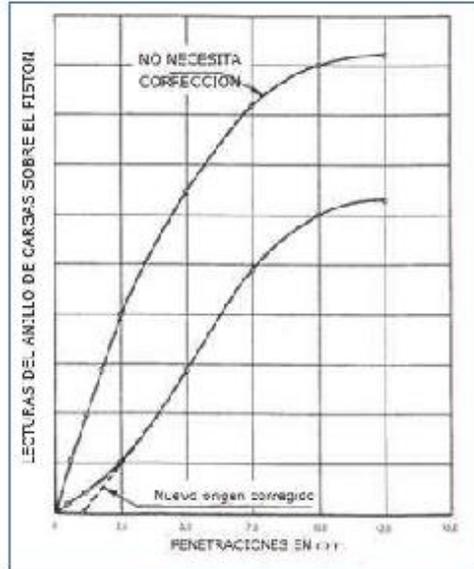


Figura 3: Curva para cálculo de índice de CBR

#### 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.).

## SAL PARA CONSUMO HUMANO

### 1.- NORMAS A CONSULTAR

ITINTEC 350.001	TAMICES DE ENSAYO
ITINTEC 209.014	SAL COMUN. Generalidades
ITINTEC 209.015	SAL para consumo doméstico.
ITINTEC 209.016	SAL PARA USO EN LA INDUSTRIA ALIMENTICIA.
ITINTEC 209.017	METODOS DE ENSAYO PARA SAL.
ITINTEC 209.236	SAL. Extracción de muestras.

### 2.- DEFINICIONES

- 2.1 Sal para consumo humano directo.- Es el producto comercial constituido principalmente por el compuesto químico cloruro de sodio (NaCl), con los aditivos que establece la presente Norma y elaborado en condiciones tales que garanticen la ausencia de gérmenes patógenos.
- 2.2 Sal de mesa.- Es la sal de consumo humano directo, refinada, de granulometría fina uniforme y con la adición de antihumectantes que aseguran su conservación por un período mínimo de 6 meses, permitiendo su fluidez y que cumple con los requisitos establecidos en la Tabla I.
- 2.3 Sal de mesa.- Es la sal de consumo humano directo, de granulometría grose-  
ra, con o sin la adición de sustancias antihumectantes y que cumple con los requisitos establecidos en la Tabla I.

### 3.- CLASIFICACION

- 3.1 Para los efectos de la presente Norma, se considerarán los siguientes tipos de sal para consumo humano directo.
  - 3.1.1 Sal de mesa.
  - 3.1.2 Sal de cocina.

### 4.- MANUFACTURA

- 4.1 Los tipos de sal para consumo humano directo se deberán extraer de fuentes naturales (salinas marinas, aguas saladas de surgente natural, minas de sal gema) y ser sometidas a procesos de purificación, molienda y tamizado.
- 4.2 La utilización de cualquier sal como sal para consumo humano directo y que puedan ser producto de etapa (sub-producto) en procesos industriales, se permitirá sólo previa aprobación de la autoridad competente.

### 5.- REQUISITOS

- 5.1 La sal de mesa (3.1.1) deberá ser adicionada con todas o algunas de las siguientes sustancias impermeabilizantes: Fosfato de calcio ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)$ ); Carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ); Carbonato de magnesio ( $\text{MgCO}_3$ ); Silicato aluminico sódico; silicatos compuestos de calcio u otras sustancias, previa autorización de la autoridad competente.
- 5.2 La sal de cocina (3.1.2) podrá o no ser adicionada con las mismas sustancias impermeabilizantes indicadas en 5.1

Boratos.	Exenta	Exenta
10. Yodo (expresado como elemento I <sub>2</sub> )	De 30 ppm a 40 ppm	De 30 ppm a 40 ppm
11. Fluor (expresado como ión fluor)	200 ppm ± 10%	200 ppm ± 10%
12. Pureza, mínimo	99.1 %	99.0 %

**NOTA.**- Todos los requisitos de la Tabla I, menos la humedad estarán referidos y estarán dados a base seca, excluyéndose a las sustancias acondicionadoras agregadas.

**6. INSPECCION Y RECEPCION**

La extracción de muestras se realizará de acuerdo a lo establecido en la Norma ITINTEC 209.236 SAL. Extracción de muestras.

**7. METODOS DE ENSAYO**

Los ensayos, se efectúan de acuerdo a la Norma ITINTEC 209.017 Métodos de ensayo para sal.

**8. ENVASE Y ROTULADO**

**8.1 Envase de las muestras**

La sal para consumo humano directo será envasada en recipientes adecuados, que la protejan de la humedad, de la contaminación.

**ANEXO N° 4**  
**ANÁLISIS QUÍMICO NaCl**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION



## LASACI

### INFORME DE ANÁLISIS LASACI N°057-2019-IQUNT

SOLICITANTE	: KAREN FIORELLA ECHE OROYA
	ANDERSON KLISMANN PELAEZ LOYOLA
PROYECTO	: "Estabilización de Suelos de la red vial vecinal AN-876 con Cloruro de Sodio obtenido diferentes salineras-Distrito de Santa. Ancash 2019"
MUESTRA	: SAL (NaCl granulado)
PROCEDENCIA	: TORTUGAS
INSTITUCION	: Universidad Cesar Vallejos
FECHA DE INGRESO	: 24 DE ABRIL DEL 2019
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

DETERMINACION	RESULTADOS
ASPECTO	Granulado, libre de sustancias extrañas
COLOR	Blanco
OLOR	Inodoro
SABOR	Salado característico

DETERMINACION	RESULTADOS
PUREZA (%)	96.4
HUMEDAD (%)	1.25
CALCIO (ppm)	74
MAGNESIO (ppm)	13
YODURO	NEGATIVO
INSOLUBLES (%)	0.54
METALES PESADOS	NEGATIVO

#### MÉTODOS DE ENSAYO

Los ensayos, se efectúan de acuerdo a la Norma ITINTEC 209.017 Métodos de ensayo para NaCl.

TRUJILLO, 02 DE MAYO DEL 2019



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

☎ 949959632 / 933623974



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION



## LASACI

### INFORME DE ANÁLISIS LASACI N°057B-2019-IQUNT

SOLICITANTE	: KAREN FIORELLA ECHE OROYA ANDERSON KLISMANN PELAEZ LOYOLA
PROYECTO	: "Estabilización de Suelos de la red vial vecinal AN-876 con Cloruro de Sodio obtenido diferentes salineras-Distrito de Santa. Ancash 2019"
MUESTRA	: SAL (NaCl granulado grueso)
PROCEDENCIA	: MINERA ADOLFO
INSTITUCION	: Universidad Cesar Vallejos
FECHA DE INGRESO	: 24 DE ABRIL DEL 2019
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

DETERMINACION	RESULTADOS
ASPECTO	Granulado grueso. libre de sustancias extrañas
COLOR	Blanco
OLOR	Inodoro
SABOR	Salado característico

DETERMINACION	RESULTADOS
PUREZA (%)	94.3
HUMEDAD (%)	1.15
CALCIO (ppm)	76
MAGNESIO (ppm)	12
YODURO	NEGATIVO
INSOLUBLES (%)	0.54
METALES PESADOS	NEGATIVO

#### METODOS DE ENSAYO

Los ensayos, se efectúan de acuerdo a la Norma ITINTEC 209.017 Métodos de ensayo para NaCl.  
TRUJILLO, 02 DE MAYO DEL 2019

Ing. MSc. Camilo A. Yaku Mendoza  
DIRECTOR LASACI

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

☎ 949959632 / 933623974

**ANEXO N° 5**

**INFORME DE LABORATORIO**

**DE MECÁNICA DE SUELOS**



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

INFORME TÉCNICO DE ENSAYOS REALIZADOS EN LABORATORIO



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

"ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE LA RED VIAL VECINAL AN-876 CON CLORURO DE SODIO OBTENIDO DE DIFERENTES SALINERAS, DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2019"

**Autores:**

- Eche Oroya Karen Fiorella
- Peláez Loyola Anderson Klismann

ABRIL DE 2019

  
**Ing. Víctor Herreya Lazaro**  
CIP 218967 Jefe de Laboratorio

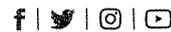
## ÍNDICE

- I. GENERALIDADES
  - 1.1. OBJETIVOS
  - 1.2. UBICACIÓN
  
- II. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS, GEOLÓGICOS Y SISMICIDAD
  - 2.1. GEOMORFOLOGÍA
  - 2.2. GEOLOGÍA LOCAL
  - 2.3. SISMICIDAD
  
- III. INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS DE CAMPO Y LABORATORIO
  - 3.1. PROSPECCIONES DE CAMPO
  - 3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO
  - 3.3. CLASIFICACION DE SUELOS
  
- IV. DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO
  
- V. RESUMEN DE RESULTADOS
  
- VI. CONCLUSIONES
  
- ANEXO
  - ANEXO I : RESGISTRO ESTRATIGRÁFICO
  - ANEXO II : ENSAYOS DE LABORATORIO



**Ing. Víctor Herrera Lazaro**  
CIP 216087 Jefe de Laboratorio

Somos la universidad de los  
que quieren salir adelante.



[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

## I. GENERALIDADES

### 1.1. OBJETIVOS

El presente informe tiene por objeto determinar las propiedades físico - mecánicas del subsuelo del área en estudio, con fines de estabilización para el Proyecto de Investigación "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE LA RED VIAL VECINAL AN-876 CON CLORURO DE SODIO OBTENIDO DE DIFERENTES SALINERAS, DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2019", la evaluación fue realizado por medio de trabajos de exploración de campo y ensayos de laboratorio; necesarios para definir el perfil estratigráfico, clasificación de suelos y calidad de materiales.

Para alcanzar el objetivo principal, previamente se requiere lograr los siguientes objetivos secundarios:

- ⊕ Elaboración de un estudio geológico superficial de la zona, que sirva de marco para las investigaciones geotécnicas.
- ⊕ Realización de los ensayos estándares de laboratorio de mecánica de suelos y ensayos especiales.
- ⊕ Elaboración de los perfiles estratigráficos.
- ⊕ Interpretación de los resultados de las investigaciones geotécnicas de campo y los ensayos de laboratorio.

### 1.2. UBICACIÓN

El proyecto de investigación se ubica en la Red Vial Vecinal AN-876 del A.H. San Luis – Santa – Ancash.

## II. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS, GEOLÓGICOS Y SISMICIDAD DEL ÁREA DE ESTUDIO

### 2.1. GEOMORFOLOGÍA

El territorio estudiado se encuentra en la vertiente pacífica y comprende sectores de la costa y la sierra de los departamentos de la Libertad y Ancash. De Oeste a Este se distinguen tres unidades geomorfológicas:

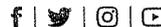
#### - Pampas Costaneras

Esta unidad geomorfológica se desarrolla a manera de una faja paralela a la costa, desde el nivel del mar hasta una altitud aproximada de 200 m., y presenta notables ensanchamientos en las porciones correspondientes a los valles. Por el Oeste está limitada por pequeñas escarpas que bordean el litoral y hacia el Este por las cadenas de cerros bajos de los primeros contrafuertes andinos.

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



Ing. Víctor Herrera Lázaro  
CIP 215087 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe





Tiene una superficie más o menos llana, en la que destacan algunos cerros y colinas redondeadas. Las pampas costaneras están constituidas por terrazas aluviales y marinas, abanicos aluviales, dunas y mantos de arena.

- Flanco Disectado de los Andes

Esta unidad se extiende entre las pampas costaneras y el borde altiplano, con altitudes que varían de 200 a 3,500 m. Está esculpida en rocas volcánicas y sedimentarias cuyas edades van desde el Jurásico superior hasta el Terciario inferior, y en rocas intrusivas del batolito andino.

Esta unidad se caracteriza por su fuerte pendiente y por estar intensamente disectada por numerosos valles profundos que corren generalmente de Noreste a Suroeste.

Todos los valles son jóvenes con sección transversal en "V", pisos estrechos y fuerte gradiente; sólo en sus tramos inferiores, correspondientes a las pampas costaneras, adquieren gran amplitud y sus cauces tienen gradientes moderados.

El área al ubicarse dentro de las estribaciones de la Cordillera Occidental presenta superficies disectadas y quebradas. Las quebradas se hallan cubiertas por pequeños depósitos aluviales, coluviales y eólicos; tenemos depósitos torrenciales esporádicos, flujos de lodo cuando llueve, canchales con fragmentos angulosos, gravas, arenas, limos y arcillas mal clasificados.

Unidad Andina:

Estribaciones Andinas

Se caracteriza de una topografía irregular, de relieve moderado a abrupto, con un sistema de drenaje subparalelo a dendrítico, convergente y perpendicular a la línea de la costa. los valles y quebradas transversales que cortan el frente andino, son numerosos y tienen secciones típicas en V, de paredes estrechas y encañonadas en las vertientes altas más o menos amplias y de fondo plano en sus desembocaduras, donde se registran gruesas acumulaciones fluviales y coluviales.

Unidad Valles Interandinos

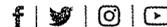
Se describe con este nombre la parte media y alta de la cuenca río Huaura que discurren en esta región del este – oeste.



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



Ing. Víctor Herrera Lazaro  
CIP 214067 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe



## 2.2. GEOLOGÍA LOCAL

En base al reconocimiento y exploración de campo de la ciudad de Santa y sus alrededores, se ha elaborado el siguiente mapeo geológico que indica:

### a) Cretáceo Inferior

Grupo Casma: Formación la Zorra (Ki-Z)

Es una secuencia volcánica andesítica, conformada por lavas y brechas, de composición básicamente de andesita y porfírica que presentan fenocristales de plagioclasas anfíboles y en menor proporción piroxenos.

### b) Rocas Intrusivas

Se encuentra constituido por granodiorita y tonalitas, ubicados en los alrededores de Tambo Real, cubiertas por depósitos eólicos. Estas rocas pertenecen al Batolito de la Costa y corresponden a cuerpos ígneos que gradan de granodioritas a tonalitas.

### c) Cuaternario

#### Depósitos de arenas eólicas (Dunas)

Son los depósitos eólicos que cubren gran parte de las elevaciones rocosas cercanas a Santa. La formación de masas de arenas comienza desde el litoral de la costa y termina en los cerros de los primeros tramos de las estribaciones de la Cordillera Occidental Andina, desplazando en las laderas.

#### Depósitos marinos (Q-m)

Se encuentran distribuidas por la zona de puerto de la ciudad de Santa. Los depósitos marinos están constituidos por fragmentos de conchas con una matriz de arena mal graduada de grano medio a fino.

#### Depósitos aluviales (Q-al)

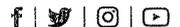
Estos depósitos tienen amplia distribución en todo el sector de la región estudiada, donde se encuentran constituyendo las pampas de la planicie costanera. Están representados principalmente por los antiguos conos de deyección del río Santa.

El material aluvial consiste de gravas, arenas y arcillas generalmente mal clasificadas; las gravas se componen de elementos subangulosos y subredondeados de diversos tipos de roca, gravas de elementos redondeados se encuentran en gran proporción en los lechos de los ríos actuales.

Somos la universidad de los  
que quieren salir adelante.



Ing. Víctor Herrera Lázaro  
CIP 215047 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe



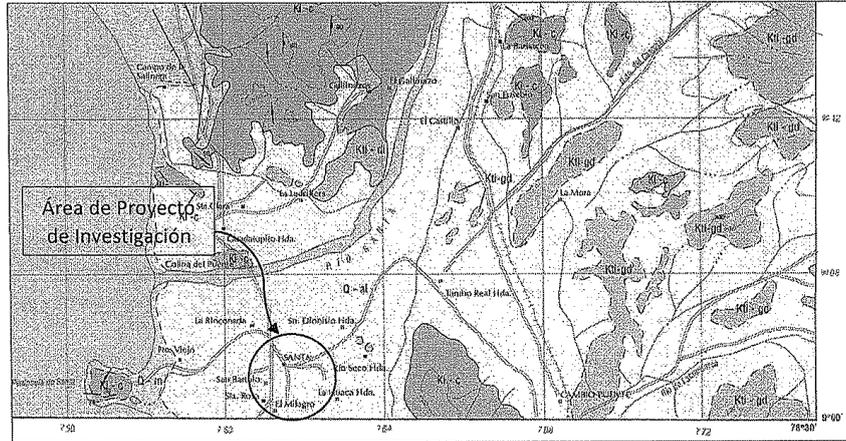


Figura N° 01: Mapa Geológico del Cuadrángulo de Santa: Ingemet Carta Geológica 18f

LEYENDA				
EDAD		UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	ROCAS SEDIMENTARIAS	ROCAS INTRUSIVAS
CUATERNARIO	Reciente	Depósitos eólicos Depósitos aluviales	Q-a1	
	Pleistoceno	Terrazas Marinas DISCORDANCIA	Q-m	Ti-f1 Ti-a1
TERCIARIO	Pleistoceno			KII-gd
CRETACEO	Superior			KTI-g1
	Inferior	Fm. Caena	KI-c	
JURASICO	Superior	DISCORDANCIA Fm. Chicama	JS-CHIC	

Figura N° 02: Leyenda Mapa Geológico

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



Ing. Victor Herrera Lazaro  
CIP 216087 Jefe de Laboratorio





### 2.3. SISMICIDAD

De acuerdo al Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, el área del proyecto de investigación se ubica en la zona 4, zona de Sismicidad alta sísmo activa en el presente siglo, con predominio de sismos intermedios a fuertes.

#### Antecedentes Sísmicos

Los sismos en el área del proyecto de investigación presentan el mismo patrón general de distribución espacial que el resto del territorio peruano; caracterizado por la concentración de la actividad sísmica en el litoral, paralelo a la costa, por la subducción de la Placa de Nazca. Los sismos de mayores intensidades registrados en el área de influencia del estudio son:

- Sismo del 24 de mayo de 1940, que afectó las localidades de la costa central, norte y sur del Perú, alcanzando intensidades máximas de VII y VIII en la escala de Mercalli Modificada (MM).
- Sismo del 10 de noviembre de 1946, que afectó al Departamento de Ancash, alcanzando una intensidad máxima de VII MM.
- Sismo del 18 de febrero de 1956, con intensidad promedio de VIII MM, afectando el Callejón de Huaylas.
- Sismo del 17 de octubre de 1966, con intensidades máximas entre VII y VIII MM, afectando las localidades de Lima, Casma y Chimbote.
- Sismo del 31 de mayo de 1970, que ha sido un terremoto catastrófico en las localidades de Chimbote y Huaraz, alcanzando intensidades máximas de VIII MM.
- Sismo del 21 de agosto de 1985, que afectó las ciudades de Chimbote y Chiclayo, alcanzando una intensidad promedio de V MM.
- Sismo del 10 de octubre de 1987, con intensidades máximas de IV y V MM, sentido en las ciudades de Chimbote y Santiago de Chuco.
- Sismo del 23 de Junio del 2001, con intensidades máximas de VIII MM, sentido en las ciudades de Nazca, Ica, Arequipa y Tacna.
- Sismo del 15 de Agosto del 2007, con intensidades máximas de VII MM, sentido en las ciudades de Pisco, Nazca, Ica y Lima.

Somos la universidad de los  
que quieren salir adelante.



Ing. Víctor Herrera Lazaro  
CIP 216867 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe



### III. INVESTIGACIONES GEOTÉCNICAS DE CAMPO Y LABORATORIO

#### 3.1. PROSPECCIONES DE CAMPO

##### 3.1.1. CALICATAS

Con la finalidad de definir el perfil estratigráfico se realizaron seis calicatas exploradas a cielo abierto, hasta 1.10m a 1.30m de profundidad.

##### 3.1.2. MUESTREO DISTURBADO

Se tomaron muestras disturbadas de cada uno de los tipos de suelos encontrados, en cantidad suficiente como para realizar los ensayos de clasificación e identificación de suelos.

##### 3.1.3. REGISTRO DE CALICATAS

Paralelamente al avance de las excavaciones de las calicatas, se realizó el registro de excavación vía clasificación manual visual según ASTM D-2488, descubriéndose las principales características de los suelos encontrados tales como: espesor, tipo de suelo, color, plasticidad, humedad, compacidad, etc.

#### 3.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos se realizaron según normas:

- Ensayos estándares de laboratorio de mecánica de suelos:
  - 06 Análisis Granulométrico SUCS (ASTM D-6913),
  - 06 Límite líquido (ASTM D-4318)
  - 06 Límite plástico (ASTM D-4318)
  - 06 Contenido de humedad (ASTM D-2216)
- Ensayos especiales de laboratorio de mecánica de suelos:
  - 04 Proctor Modificado (ASTM D-1557)
  - 04 Ensayos CBR (ASTM D-1883)



#### 3.3. CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Los suelos han sido clasificados de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS – ASTM D-2487), para ello se hizo uso del programa Clas y Clasif.

Somos la universidad de los  
que quieren salir adelante.



Ing. Víctor Herrera Lazaro  
CIP 218067 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe



#### IV. DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO

El subsuelo del área del proyecto ha sido investigado por las calicatas (C-01, C-02, C-03, C-04, C-05 y C-06). De los trabajos de campo y ensayos de laboratorio se deduce lo siguiente:

##### CALICATA C-01

En la exploración de la Calicata C-01, se registró de 0.00 a 0.20m de profundidad, material de relleno (limo arenoso con presencia de raíces); de 0.20 a 1.10m de profundidad, Limo Arenoso (ML) de condición insitu semicompacta, de estado húmedo a saturado, de color beige claro y finos no plásticos. Se registro presencia de nivel freático a 0.95m. de profundidad.

##### CALICATA C-02

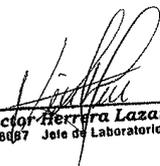
En la exploración de la Calicata C-02, se registró de 0.00 a 0.45m de profundidad, material de relleno (limo arenoso con presencia de raíces); de 0.45 a 1.20m de profundidad, Limo Arenoso (ML) de condición insitu semicompacta, de estado húmedo a saturado, de color beige claro y finos no plásticos. Se registro presencia de nivel freático a 0.90m. de profundidad.

##### CALICATA C-03

En la exploración de la Calicata C-03, se registró de 0.00 a 0.40m de profundidad, material de relleno (limo arenoso con presencia de raíces); de 0.45 a 1.10m de profundidad, Limo Arenoso (ML) de condición insitu semicompacta, de estado húmedo a saturado, de color beige claro y finos no plásticos. Se registro presencia de nivel freático a 0.90m. de profundidad.

##### CALICATA C-04

En la exploración de la Calicata C-04, se registró de 0.00 a 0.40m de profundidad, material de relleno (limo arenoso con presencia de raíces); de 0.40 a 1.10m de profundidad, Limo Arenoso (ML) de condición insitu semicompacta, de estado húmedo a saturado, de color beige claro y finos no plásticos. Se registro presencia de nivel freático a 0.85m. de profundidad.

  
Ing. Victor Herrera Lazaro  
CIP 216067 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los  
que quieren salir adelante.



[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



**CALICATA C-05**

En la exploración de la Calicata C-05, se registró de 0.00 a 0.60m de profundidad, material de relleno (limo arenoso con presencia de raíces); de 0.60 a 1.30m de profundidad, Limo Arenoso (ML) de condición in situ semicompacta, de estado húmedo a saturado, de color beige claro y finos no plásticos. Se registro presencia de nivel freático a 0.95m. de profundidad.

**CALICATA C-06**

En la exploración de la Calicata C-06, se registró de 0.00 a 0.30m de profundidad, material de relleno (limo arenoso con presencia de raíces); de 0.30 a 1.10m de profundidad, Limo Arenoso (ML) de condición in situ semicompacta, de estado húmedo a saturado, de color beige claro y finos no plásticos. Se registro presencia de nivel freático a 0.80m. de profundidad.

**V. RESUMEN DE RESULTADOS**

De los ensayos realizados en laboratorio, obtenemos los siguientes resultados:

**CUADRO N° 01: Clasificación de Suelos**

Calicata		C-01	C-02	C-03	C-04	C-05	C-06
Muestra		M-1	M-1	M-1	M-1	M-1	M-1
Profundidad	m.	0.20 a 1.10	0.40 a 1.20	0.40 a 1.10	0.40 a 1.10	0.60 a 1.30	0.30 a 1.10
Gravas	%	0.00	0.00	2.56	0.00	0.00	0.00
Arenas	%	48.83	47.47	43.71	43.61	46.46	45.62
Finos	%	51.17	52.53	53.74	56.39	53.54	54.38
L. Líquido	%	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
L. Plástico	%	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
I. Plasticidad	%	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
Humedad	%	16.1	13.17	14.19	12.3	13.74	14.39
Clasificación SUCS		ML	ML	ML	ML	ML	ML
Clasificación AASHTO		A-4 (3)	A-4 (3)	A-4 (3)	A-4 (4)	A-4 (3)	A-4 (3)
Terreno de Fundación		Regular a Malo					

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



  
**Ing. Víctor Herrera Lázaro**  
 CIP 210067 Jefe de Laboratorio



**CUADRO N° 02: Ensayo CBR**

CBR	SUB-RASANTE			
	C-03 (Patron)	+ 2% de Cloruro de Sodio	+ 4% de Cloruro de Sodio	+ 6% de Cloruro de Sodio
Maxima Densidad Seca gr/cm <sup>2</sup>	1.777	1.800	1.835	1.880
Optimo Contenido de Humedad %	12.20	13.00	13.60	14.30
100% M.D.S. 0.1"	13.64	14.57	11.78	9.45
95% M.D.S. 0.1"	7.00	7.46	6.43	5.64

## VI. CONCLUSIONES

Basándose en los trabajos de campo, ensayos de laboratorio y el análisis correspondiente, se puede concluir lo siguiente:

- El suelo está constituido de 0.00m a 0.30m por material de relleno (presencia de limo arenoso con restos de raíces). De 0.30m a 1.20m, está constituido por limo arenoso (ML), con más del 50% de finos que arenas, de condición in situ semicompacta, de estado húmeda a saturada, de color beige claro y de finos no plásticos a profundidad.
- Durante las exploraciones se registró presencia de nivel freático variable de 0.80m. y 0.95m. de profundidad.
- De los ensayos CBR se determinó lo siguiente:
  - Material de Subrasante:
    - Muestra Patrón: con el 7.00% del 95% de la M.D.S. a 0.1" de penetración del CBR; se considera en la categoría se subrasante REGULAR (De CBR  $\geq$  6% a CBR < 10%).
    - Muestra Adición 2% de Cloruro de Sodio: con el 7.46% del 95% de la M.D.S. a 0.1" de penetración del CBR; se considera en la categoría se subrasante REGULAR (De CBR  $\geq$  6% a CBR < 10%).
    - Muestra Adición 4% de Cloruro de Sodio: con el 6.43% del 95% de la M.D.S. a 0.1" de penetración del CBR; se considera en la categoría se subrasante REGULAR (De CBR  $\geq$  6% a CBR < 10%).
    - Muestra Adición 6% de Cloruro de Sodio: con el 5.64% del 95% de la M.D.S. a 0.1" de penetración del CBR; se considera en la categoría se subrasante INSUFICIENTE (De CBR  $\geq$  3% a CBR < 6%).

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



  
**Ing. Víctor Herrera Lazaro**  
 CIP 216087 Jefe de Laboratorio  
 f | t | i | y  
 ucv.edu.pe



- El material de suelo con una clasificación SUCS de Limo Arenoso (ML) y clasificación AASHTO de A-4 (3), se concluye que presenta resultados ligeramente favorables al 2% de adición de Cloruro de Sodio y resultados desfavorables a medida que se incrementa el Cloruro de Sodio en 4% y 6% de los ensayos CBR para la estabilización de suelo.

El análisis de los resultados se basó en los reglamentos vigentes.

- Manual de Carreteras – Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013.
- Manual de Carreteras – Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos (Sección Suelos y Pavimentos).
- Manual de Ensayos de Materiales (MTC-2016)



  
Ing. Víctor Herrera Lázaro  
CIP 216087 Jefe de Laboratorio

Somos la universidad de los  
que quieren salir adelante.





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ANEXO I REGISTRO ESTRATIGRÁFICO



  
Ing. Víctor Herrera Lázaro  
CIP 246087 Jefe de Laboratorio

Somos la universidad de los  
que quieren salir adelante.





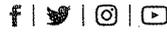
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

REGISTRO ESTRATIGRÁFICO						
ASTM D 2488						
PROYECTO:		ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE LA RED VIAL VECINAL AN-876 CON CLORURO DE SODIO			Registro N°:	TS-RES-01
SOLICITA:		OBTENIDO DE DIFERENTES SALINERAS, DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2019			Página N°:	01 de 01
UBICACIÓN:		Distrito: Santa - Provincia: Santa - Departamento: Ancash			Prof. Alcanzada (m):	1.10
CALICATA:		C-01			Nivel Freático (m):	0.95
					Fecha:	08/04/2019
PROFUNDIDAD (METROS)	TIPO DE EXCAVACIÓN	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN (SUCS)
0.00			HN, %		Material de relleno (presencia de arena mal graduada con restos de raíces)	
0.20	C					
	A					
	L					
	I					
	C					
	A	M-1	16.10		Limo Arenoso (ML): 48.83% de arena gruesa a fina y 51.17% de finos no plásticos. Condición in situ : Densidad semicompacta, húmeda a saturada y de color beige claro.	ML
	T					
	A					
N.F.						
1.10						



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.

  
**Ing. Victor Herrera Lazaro**  
 CIP 218087 Jefe de Laboratorio

  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)





REGISTRO ESTRATIGRÁFICO			
ASTM D 2488			
PROYECTO:	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE LA RED VIAL VECINAL AN-876 CON CLORURO DE SODIO OBTENIDO DE DIFERENTES SALINERAS, DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2019	Registro N°:	TS-RES-03
SOLICITA:	ECHÉ OROYA KAREN FIORELLA - PELAEZ LOYOLA ANDERSON KLISMANN	Página N°:	01 de 01
UBICACIÓN:	Distrito: Santa - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	Prof. Alcanzada (m):	1.10
CALICATA:	C-03	Nivel Freático (m):	0.90
		Fecha:	08/04/2019

PROFUNDIDAD (METERS)	TIPO DE EXCAVACIÓN	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN (SUCS)
			FM %			
0.00	C A L				Material de relleno (presencia de arena mal graduada con restos de raíces)	
0.40						
N.F. 	I C A T A	M-1	14.19		Limo Arenoso (ML): 2.56% de gravas finas, subangulosas 43.71% de arena gruesa a fina y 53.74% de finos no plásticos. Condición in situ : Densidad semicompacta, húmeda a saturada y de color beige claro.	ML
					1.10	



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.

  
**Ing. Víctor Herrera Lazaro**  
 CIP 216087 Jefe de Laboratorio



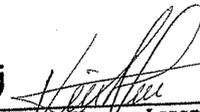
ucv.edu.pe



REGISTRO ESTRATIGRÁFICO						
ASTM D 2488						
PROYECTO:		ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE LA RED VIAL VECINAL AN-876 CON CLORURO DE SODIO			Registro N°:	TS-RES-05
SOLICITA:		OBTENIDO DE DIFERENTES SALINERAS, DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2019			Página N°:	01 de 01
UBICACIÓN:		Distrito: Santa - Provincia: Santa - Departamento: Ancash			Prof. Alcanzada (m):	1.30
CALICATA:		C-05			Nivel Freático (m):	0.95
					Fecha:	09/04/2019
PROFUNDIDAD (METROS)	TIPO DE EXCAVACIÓN	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN (SUCS)
			HN, %			
0.00	C				Material de relleno (presencia de arena mal graduada con restos de raíces)	
0.60	A					
	L					
	I					
	C					
	A					
	T					
	A	M-1	13.74		Limo Arenoso (ML): 46.46% de arena gruesa a fina y 53.54% de finos no plásticos. Condición in situ : Densidad semicomcompacta, húmeda a saturada y de color beige claro.	ML
1.30						



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.

  
**Ing. Victor Herrera Lazaro**  
 CIP 216087 Jefe de Laboratorio

[f](#) [t](#) [@](#) [v](#)

[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



REGISTRO ESTRATIGRÁFICO						
ASTM D 2488						
PROYECTO:		ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE LA RED VIAL VECINAL AN-876 CON CLORURO DE SODIO			Registro N°:	TS-RES-04
SOLICITA:		OBTENIDO DE DIFERENTES SALINERAS, DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2019			Página N°:	01 de 01
UBICACIÓN:		ECHE OROYA KAREN FIORELLA - PELAEZ LOYOLA ANDERSON KLISMANN			Prof. Alcanzada (m):	1.10
CALICATA:		C-04			Nivel Freático (m):	0.85
					Fecha:	08/04/2019
PROFUNDIDAD (METROS)	TIPO DE EXCAVACION	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN (SUCS)
0.00	C A L		HN. %		Material de relleno (presencia de arena mal graduada con restos de raíces)	
0.40						
N.F. 	I C A T A	M-1	12.30		Limo Arenoso (ML): 43.61% de arena gruesa a fina y 56.39% de finos no plásticos. Condición in situ : Densidad semicompacta, húmeda a saturada y de color beige claro.	ML
1.10						



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.

**Ing. Victor Herrera Lazaro**  
 CIP 216067 Jefe de Laboratorio

f | t | i | y

[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



REGISTRO ESTRATIGRÁFICO			
ASTM D 2488			
PROYECTO:	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE LA RED VIAL VECINAL AN-876 CON CLORURO DE SODIO OBTENIDO DE DIFERENTES SALINERAS, DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2019	Registro N°:	TS-RES-05
SOLICITA:	ECHÉ OROYA KAREN FIORELLA - PELAEZ LOYOLA ANDERSON KLISMANN	Página N°:	01 de 01
UBICACIÓN:	Distrito: Santa - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	Prof. Alcanzada (m):	1.10
CALICATA:	C-06	Nivel Freático (m):	0.80
		Fecha:	08/04/2019

PROFUNDIDAD (METROS)	TIPO DE EXCAVACIÓN	MUESTRAS OBTENIDAS	PRUEBAS	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIFICACIÓN (SUCS)
			EN %			
0.00					Material de relleno (presencia de arena mal graduada con restos de raíces)	
0.30	C					
	A					
	L					
	I					
	C					
	A					
	T	M-1	14.39		Limo Arenoso (ML): 45.62% de arena gruesa a fina y 54.38% de finos no plásticos. Condición in situ : Densidad semicomcompacta, húmeda a saturada y de color beige claro.	ML
	A					
1.10						

N.F.



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.

**Ing. Víctor Herrera Lazaro**  
 CIP 216687 Jefe de Laboratorio

[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

## ANEXO II ENSAYOS DE LABORATORIO


Ing. Víctor Herrera Lázaro  
CIP 216087 Jefe de Laboratorio

Somos la universidad de los  
que quieren salir adelante.

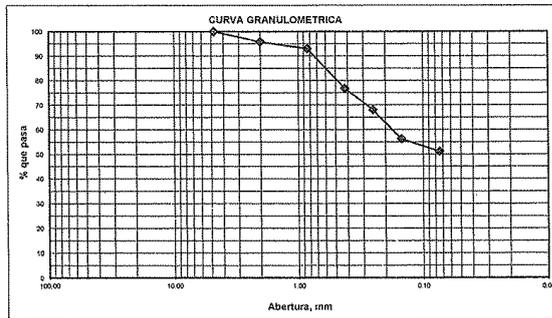




ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO		
ASTM D-6913		
PROYECTO:	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE LA RED VIAL VECINAL AN-876 CON CLORURO DE SODIO OBTENIDO DE DIFERENTES SALINERAS, DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2019	REGISTRO: TS-GRA-01
SOLICITA:	ECHE OROYA KAREN FIORELLA - PELAEZ LOYOLA ANDERSON KLISMANN	PÁGINA: 01 de 01
UBICACIÓN:	Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Santa	
MUESTRA:	0.20 a 1.10 m. COORDENADAS (UTM) : 9003937 m. N	N. FREÁTICO: 0.95 m.
CALICATA:	C-01 (M-1) : 760520 m. E	FECHA: 08/04/2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - 6913)

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	76.000		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.500		
3/8"	9.525		
N° 4	4.750	0.00	100.00
N° 10	2.000	81.40	95.83
N° 20	0.840	54.50	93.04
N° 40	0.420	318.20	76.73
N° 60	0.250	169.50	68.05
N° 100	0.150	229.70	56.27
N° 200	0.074	99.60	51.17
< N° 200		998.60	



LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

LIMITE LIQUIDO

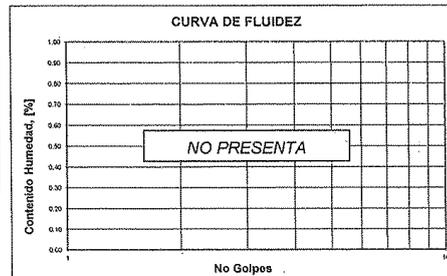
Procedimiento	Tara N°
1. No de Golpes	
2. Peso Tara, [gr]	
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA
5. Peso Agua, [gr]	
6. Peso Suelo Seco, [gr]	
7. Contenido de Humedad, [%]	

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	25.10
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	205.40
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	180.40
4. Peso Agua, [gr]	25.00
5. Peso Suelo Seco, [gr]	155.30
6. Contenido de Humedad, [%]	16.10

LIMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara N°
1. Peso Tara, [gr]	
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA
4. Peso Agua, [gr]	
5. Peso Suelo Seco, [gr]	
6. Contenido de Humedad, [%]	



RESUMEN

Grava (No.4 < Diam < 3")	0.00%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	48.83%
Finos (Diam < No.200)	51.17%
Clasificación SUCS	ML
Clasificación AASHTO	A-4 (3)
Terreno de Fundación	Regular a Malo



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.

  
**Ing. Víctor Herrera Lazaro**  
 CIP 216067 Jefe de Laboratorio

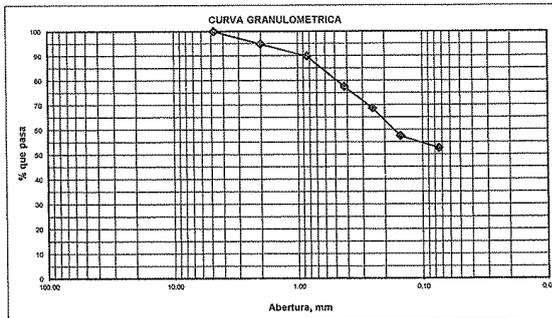
  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-6913		
PROYECTO:	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE LA RED VIAL VECINAL AN-876 CON CLORURO DE SODIO OBTENIDO DE DIFERENTES SALINERAS, DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2019	REGISTRO: TS-GRA-02 PÁGINA: 01 de 01
SOLICITA:	ECHE OROYA KAREN FIORELLA - PELAEZ LOYOLA ANDERSON KLISMANN	
UBICACIÓN:	Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Santa	
MUESTRA:	0.45 a 1.20 m. COORDENADAS (UTM) : 9004073 m. N	N. FREÁTICO: 0.90 m.
CALICATA:	C-02 (M-1) : 761292 m. E	FECHA: 08/04/2019

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - 6913)**

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	76.000		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.500		
3/8"	9.525		
N° 4	4.760	0.00	100.00
N° 10	2.000	91.10	94.83
N° 20	0.840	87.50	89.86
N° 40	0.420	218.00	77.49
N° 60	0.250	154.70	68.72
N° 100	0.150	198.60	57.45
N° 200	0.074	86.70	52.53
< N° 200		925.60	



**LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)**

**LIMITE LIQUIDO**

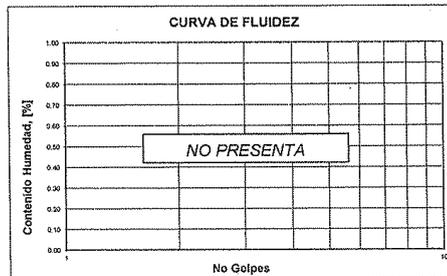
Procedimiento	Tara N°
1. No de Golpes	
2. Peso Tara, [gr]	
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA
5. Peso Agua, [gr]	
6. Peso Suelo Seco, [gr]	
7. Contenido de Humedad, [%]	

**CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)**

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	14
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	20.10
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	195.40
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	175.00
4. Peso Agua, [gr]	20.40
5. Peso Suelo Seco, [gr]	154.90
6. Contenido de Humedad, [%]	13.17

**LIMITE PLÁSTICO**

Procedimiento	Tara N°
1. Peso Tara, [gr]	
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA
4. Peso Agua, [gr]	
5. Peso Suelo Seco, [gr]	
6. Contenido de Humedad, [%]	



RESUMEN	
Grava (No.4 < Diam < 3")	0.00%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	47.47%
Finos (Diam < No.200)	52.53%
Clasificación SUCS	ML Limo Arenoso
Clasificación AASHTO	A-4 (3)
Terreno de Fundación	Regular a Malo

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



Ing. Víctor Herrera Lazaro  
CIP 216687 Jefe de Laboratorio

ucv.edu.pe

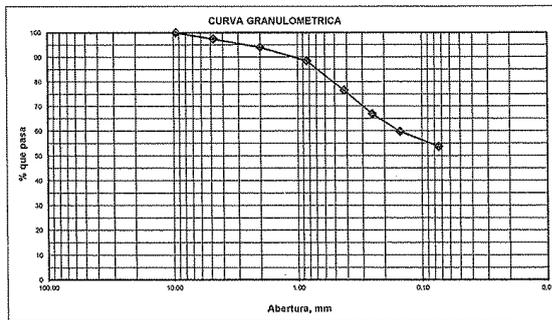


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO		
ASTM D-6913		
PROYECTO:	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE LA RED VIAL VECINAL AN-876 CON CLORURO DE SODIO OBTENIDO DE DIFERENTES SALINERAS, DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2019	REGISTRO: TS-GRA-03
SOLICITA:	ECHÉ OROYA KAREN FIORELLA - PELAEZ LOYOLA ANDERSON KLISMANN	PÁGINA: 01 de 01
UBICACIÓN:	Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Santa	
MUESTRA:	0.40 a 1.10 m. COORDENADAS (UTM) : 9004234 m. N	N. FREÁTICO: 0.90 m.
CALICATA:	C-03 (M-1) : 761454 m. E	FECHA: 08/04/2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - 6913)

Peso Inicial Seco, [gr]	2225.28
Peso Lavado y Seco, [gr]	1029.50

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	76.000		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.500		
3/8"	9.525	0.00	100.00
Nº 4	4.750	56.90	97.44
Nº 10	2.000	74.10	94.11
Nº 20	0.840	125.60	88.47
Nº 40	0.420	265.50	76.54
Nº 60	0.250	215.40	66.86
Nº 100	0.150	158.70	59.73
Nº 200	0.074	133.30	53.74
< Nº 200		1195.78	



LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

LIMITE LIQUIDO

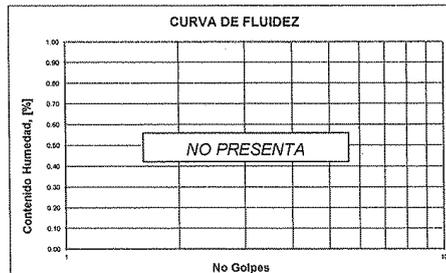
Procedimiento	Tara Nº
1. No de Golpes	
2. Peso Tara, [gr]	
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA
5. Peso Agua, [gr]	
6. Peso Suelo Seco, [gr]	
7. Contenido de Humedad, [%]	

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
	5
1. Peso Tara, [gr]	15.80
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	114.80
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	102.50
4. Peso Agua, [gr]	12.30
5. Peso Suelo Seco, [gr]	86.70
6. Contenido de Humedad, [%]	14.19

LIMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso Tara, [gr]	
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA
4. Peso Agua, [gr]	
5. Peso Suelo Seco, [gr]	
6. Contenido de Humedad, [%]	



RESUMEN

Grava (No. 4 < Diam < 3")	2.56%
Arena (No. 200 < Diam < No. 4)	43.70%
Finos (Diam < No. 200)	53.74%
Clasificación SUCS	ML
Clasificación AASHTO	A-4 (3)
Terreno de Fundación	Regular a Malo

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



Ing. Víctor Herrera Lazaro  
CIP 21667 Jefe de Laboratorio



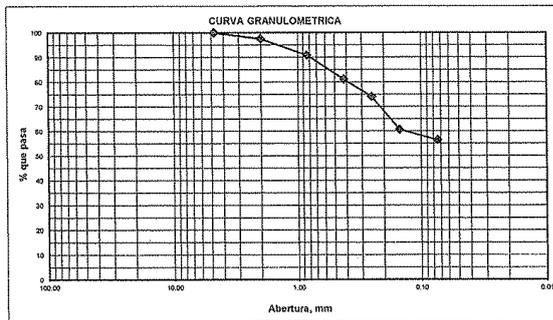
sucreduape

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>		
ASTM D-6913		
<b>PROYECTO:</b>	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE LA RED VIAL VECINAL AN-876 CON CLORURO DE SODIO OBTENIDO DE DIFERENTES SALINERAS, DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2019	<b>REGISTRO:</b> TS-GRA-04
<b>SOLICITA:</b>	ECHÉ OROYA KAREN FIORELLA - PELAEZ LOYOLA ANDERSON KLISMANN	<b>PÁGINA:</b> 01 de 01
<b>UBICACIÓN:</b>	Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Santa	
<b>MUESTRA:</b>	0.40 a 1.10 m. <span style="margin-left: 100px;"><b>COORDENADAS (UTM) :</b> 9004079 m. N</span>	<b>N. FREÁTICO:</b> 0.85 m.
<b>CALICATA:</b>	C-04 (M-1) <span style="margin-left: 100px;">: 781209 m. E</span>	<b>FECHA:</b> 08/04/2019

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - 6913)**

Peso Inicial Seco, [gr]	2226.00
Peso Lavado y Seco, [gr]	970.70

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	76.200		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.500		
3/8"	9.525		
N° 4	4.750	0.00	100.00
N° 10	2.000	55.60	97.50
N° 20	0.840	147.40	90.88
N° 40	0.420	215.20	81.21
N° 60	0.250	158.90	74.07
N° 100	0.150	297.80	60.70
N° 200	0.074	95.80	56.39
< N° 200		1255.30	


**LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)**
**LÍMITE LÍQUIDO**

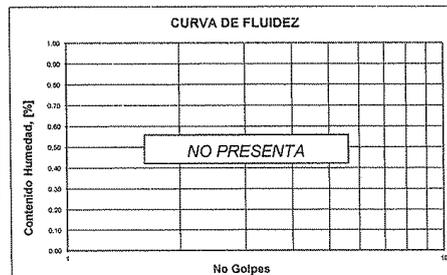
Procedimiento	Tara N°
1. No de Golpes	
2. Peso Tara, [gr]	
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA
5. Peso Agua, [gr]	
6. Peso Suelo Seco, [gr]	
7. Contenido de Humedad, [%]	

**CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)**

Procedimiento	Tara No
	6
1. Peso Tara, [gr]	24.50
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	218.30
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	195.30
4. Peso Agua, [gr]	21.00
5. Peso Suelo Seco, [gr]	170.80
6. Contenido de Humedad, [%]	12.30

**LÍMITE PLÁSTICO**

Procedimiento	Tara N°
1. Peso Tara, [gr]	
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA
4. Peso Agua, [gr]	
5. Peso Suelo Seco, [gr]	
6. Contenido de Humedad, [%]	



RESUMEN	
Grava (No.4 < Diam < 3")	0.00%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	43.61%
Finos (Diam < No.200)	56.39%
Clasificación SUCS	ML
Clasificación AASHTO	A-4 (4)
Terreno de Fundación	Regular a Malo

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



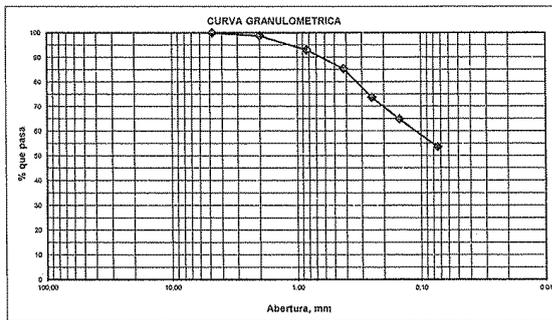
  
**Ing. Víctor Herrera Lazaro**  
 CIP 216987 Jefe de Laboratorio


<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>		
ASTM D-6913		
<b>PROYECTO:</b>	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE LA RED VIAL VECINAL AN-876 CON CLORURO DE SODIO OBTENIDO DE DIFERENTES SALINERAS, DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2019	<b>REGISTRO:</b> TS-GRA-05
<b>SOLICITA:</b>	ECHÉ OROYA KAREN FIORELLA - PELAEZ LOYOLA ANDERSON KLISMANN	<b>PÁGINA:</b> 01 de 01
<b>UBICACIÓN:</b>	Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Santa	
<b>MUESTRA:</b>	0.60 a 1.30 m. <span style="margin-left: 100px;"><b>COORDENADAS (UTM) :</b> 9004383 m. N</span>	<b>N. FREÁTICO:</b> 0.95 m.
<b>CALICATA:</b>	C-05 (M-1) <span style="margin-left: 100px;">: 761642 m. E</span>	<b>FECHA:</b> 08/04/2019

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - 6913)**

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	76.000		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.500		
3/8"	9.525		
N° 4	4.750	0.00	100.00
N° 10	2.000	36.40	98.70
N° 20	0.840	158.40	93.03
N° 40	0.420	215.40	85.32
N° 60	0.250	326.90	73.62
N° 100	0.150	245.20	64.84
N° 200	0.074	315.70	53.54
< N° 200		1495.80	


**LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)**
**LIMITE LIQUIDO**

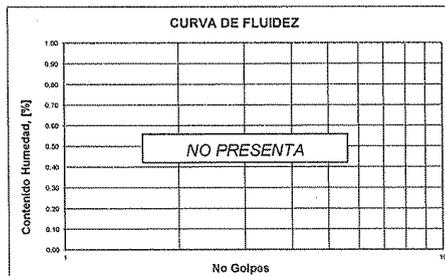
Procedimiento	Tara N°
1. No de Golpes	
2. Peso Tara, [gr]	
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA
5. Peso Agua, [gr]	
6. Peso Suelo Seco, [gr]	
7. Contenido de Humedad, [%]	

**CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)**

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	23.40
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	206.40
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	184.30
4. Peso Agua, [gr]	22.10
5. Peso Suelo Seco, [gr]	160.90
6. Contenido de Humedad, [%]	13.74

**LIMITE PLÁSTICO**

Procedimiento	Tara N°
1. Peso Tara, [gr]	
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA
4. Peso Agua, [gr]	
5. Peso Suelo Seco, [gr]	
6. Contenido de Humedad, [%]	


**RESUMEN**

Grava (No.4 < Diam < 3")	0.00%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	46.46%
Finos (Diam < No.200)	53.54%
Clasificación SUCS	ML
Clasificación AASHTO	Límo Arenoso A-4 (3)
Terreno de Fundación	Regular a Malo

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



  
**Ing. Víctor Herrera Lazaro**  
 CIP 216067 Jefe de Laboratorio

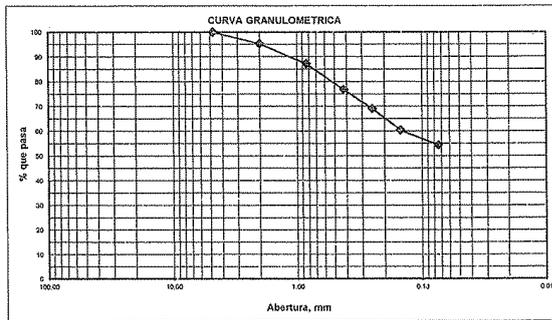



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO		
ASTM D-6913		
PROYECTO:	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE LA RED VIAL VECINAL AN-876 CON CLORURO DE SODIO OBTENIDO DE DIFERENTES SALINERAS, DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2019	REGISTRO: TS-GRA-06
SOLICITA:	EICHE OROYA KAREN FIORELLA - PELAEZ LOYOLA ANDERSON KLISMANN	PÁGINA: 01 de 01
UBICACIÓN:	Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Santa	
MUESTRA:	0.30 a 1.10 m. COORDENADAS (UTM) : 9004604 m. N	N. FREÁTICO: 0.80 m.
CALICATA:	C-06 (M-1) : 761846 m. E	FECHA: 08/04/2019

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - 6913)

Peso Inicial Seco, [gr]	3289.00
Peso Lavado y Seco, [gr]	1500.30

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	76.000		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.500		
3/8"	9.525		
N° 4	4.750	0.00	100.00
N° 10	2.000	154.80	95.29
N° 20	0.840	265.30	87.23
N° 40	0.420	341.70	76.84
N° 60	0.250	254.50	69.10
N° 100	0.150	285.10	60.43
N° 200	0.074	198.90	54.38
< N° 200		1788.70	



LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

LIMITE LIQUIDO

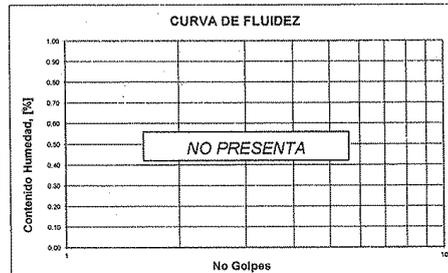
Procedimiento	Tara N°
1. No de Golpes	
2. Peso Tara, [gr]	
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA
5. Peso Agua, [gr]	
6. Peso Suelo Seco, [gr]	
7. Contenido de Humedad, [%]	

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	6
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	23.40
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	186.40
4. Peso Agua, [gr]	165.90
5. Peso Suelo Seco, [gr]	20.50
6. Contenido de Humedad, [%]	14.39

LIMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara N°
1. Peso Tara, [gr]	
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	NO PRESENTA
4. Peso Agua, [gr]	
5. Peso Suelo Seco, [gr]	
6. Contenido de Humedad, [%]	



RESUMEN

Grava (No.4 < Diam < 3")	0.00%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	45.62%
Finos (Diam < No.200)	54.38%
Clasificación SUCS	ML
Clasificación AASHTO	Limo Arenoso
Terreno de Fundación	A-4 (3)
	Regular a Malo

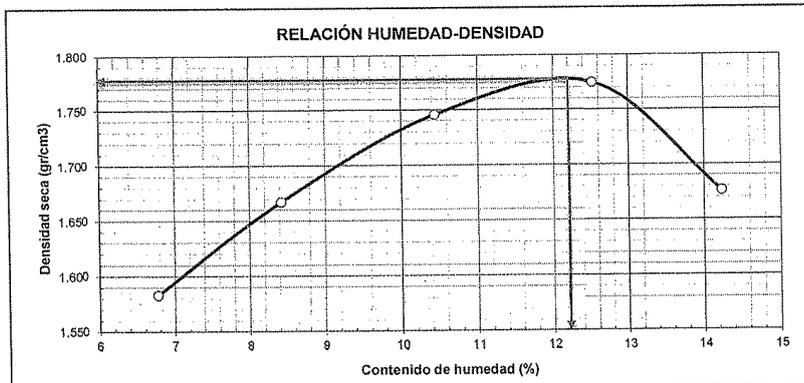
Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



Ing. Víctor Herrera Lazaro  
CIP 216087 Jefe de Laboratorio

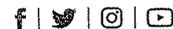


ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO						
(ASTM - D1557/91, MTC E115)						
PROYECTO:	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE LA RED VIAL VECINAL AN-876 CON CLORURO DE SODIO OBTENIDO DE DIFERENTES SALINERAS, DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2019				REGISTRO:	TS-CBR-01
SOLICITA:	ECHE OROYA KAREN FIORELLA - PELAEZ LOYOLA ANDERSON KLISMANN				PAGINA:	01 de 03
UBICACIÓN:	Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Santa					
MATERIAL:	Terreno Natural	CLASF. (SUCS):	ML		FECHA:	12/04/2019
MUESTRA:	C-03 (Patrón)	CLASF. (AASHTO):	A-4 (3) 0.40 a 1.10 m.			
Peso suelo + molde	gr	5689.00	5800.00	5914.20	5980.00	5902.00
Peso molde	gr	4087.00	4087.00	4087.00	4087.00	4087.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1602.00	1713.00	1827.20	1893.00	1815.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	947.87	947.87	947.87	947.87	947.87
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.69	1.81	1.93	2.00	1.91
Recipiente N°		12	10	8	3	3
Peso del suelo húmedo+tara	gr	216.30	125.50	187.50	194.50	202.40
Peso del suelo seco + tara	gr	203.90	117.50	171.90	175.20	179.60
Tara	gr	20.70	22.50	22.40	21.10	19.40
Peso de agua	gr	12.40	8.00	15.60	19.30	22.80
Peso del suelo seco	gr	183.20	95.00	149.50	154.10	160.20
Contenido de agua	%	6.77	8.42	10.43	12.52	14.23
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.583	1.667	1.746	1.775	1.676
					Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.777
					Humedad óptima (%)	12.20



  
**Ing. Víctor Herrera Lazaro**  
 CIP 216087 Jefe de Laboratorio

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



[uicv.edu.pe](http://uicv.edu.pe)



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

ASTM D-1883

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE LA RED VIAL VECINAL AN-876 CON CLORURO DE SODIO  
 OBTENIDO DE DIFERENTES SALINERAS, DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2019  
 SOLICITA: ECHE OROYA KAREN FIORELLA - PELAEZ LOYOLA ANDERSON KLISMANN  
 UBICACIÓN: Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Santa  
 MATERIAL: Terreno Natural  
 MUESTRA: C-03 (Patrón) DE: 0.40 a 1.10 m.  
 REGISTRO: TS-CBR-01  
 PÁGINA: 02 de 03  
 CLASF. (SUCS): ML  
 CLASF. (AASHTO): A-4 (3)  
 FECHA: 12/04/2019

**COMPACTACIÓN**

Molde N°	1		2		3	
	5		5		5	
Capas N°	55		26		12	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12201.00	12385.00	12563.00	12829.00	12016.00	12326.00
Peso de molde (g)	7473.00	7473.00	7968.00	7968.00	7778.00	7778.00
Peso del suelo húmedo (g)	4728.00	4892.00	4595.00	4861.00	4238.00	4548.00
Volumen del molde (cm³)	2261.95	2267.38	2304.53	2317.89	2304.53	2331.83
Densidad húmeda (g/cm³)	2.090	2.158	1.994	2.097	1.839	1.951
Tara (N°)	11		5		3	
Peso suelo húmedo + tara (g)	189.50	4892.00	184.40	4861.00	201.50	4548.00
Peso suelo seco + tara (g)	170.60	4213.85	166.70	4095.11	181.80	3776.74
Peso de tara (g)	15.70	0.00	21.70	0.00	20.50	0.00
Peso de agua (g)	18.90	678.15	17.70	765.89	19.70	771.26
Peso de suelo seco (g)	154.90	4213.85	145.00	4095.11	161.30	3776.74
Contenido de humedad (%)	12.20	16.09	12.21	18.70	12.21	20.42
Densidad seca (g/cm³)	1.863	1.858	1.777	1.767	1.639	1.620

**EXPANSIÓN**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
12/04/2019	09:45	00 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
13/04/2019	09:45	24 Hrs	0.0020	0.051	0.04	0.0080	0.203	0.16	0.0125	0.318	0.25
14/04/2019	09:45	48 Hrs	0.0090	0.229	0.18	0.0170	0.432	0.34	0.0369	0.937	0.74
15/04/2019	09:45	72 Hrs	0.0120	0.305	0.24	0.0290	0.737	0.58	0.0588	1.494	1.18

**PENETRACIÓN**

PENETRACIÓN Pulgadas	CARGA STAND. Lb/pulg2	MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		CARGA	CORRECCIÓN		CARGA	CORRECCIÓN		CARGA	CORRECCIÓN	
		lb	lb	%	lb	lb	%	lb	lb	%
0.000		0			0			0		
0.025		182			108			79		
0.050		348			193			81		
0.075		524			285			91		
0.100	1000	685	709	23.5	369	382	12.7	103	146	4.8
0.125		866			464			113		
0.150		1007			538			129		
0.175		1186			633			141		
0.200	1500	1343	1311	29.0	718	701	15.5	160	316	7.0
0.250		1581			845			180		
0.300		1804			965			192		
0.400		2081			1122			229		
0.500		2367			1287			260		



*Ing. Victor Herferra Lazaro*  
 CIP 216867 Jefe de Laboratorio

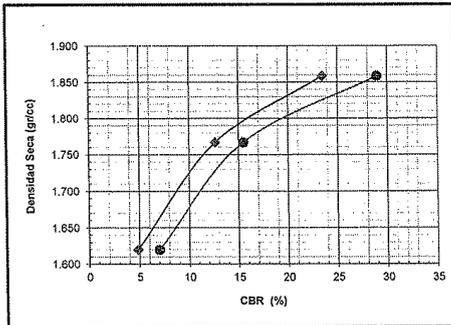
Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



uev.edu.pe



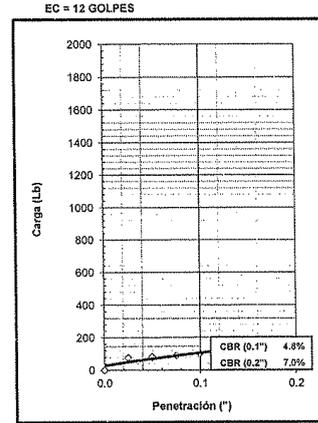
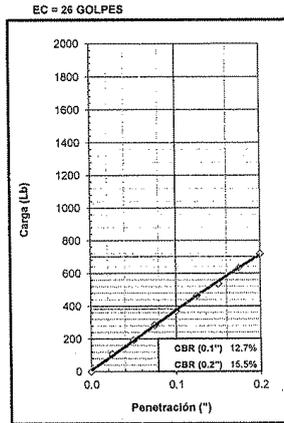
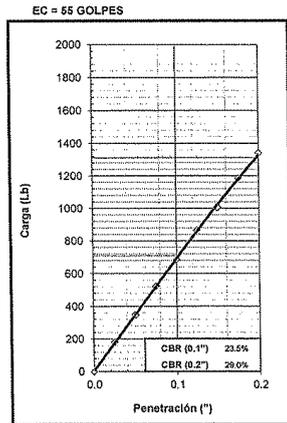
RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)		
ASTM D-1883		
PROYECTO:	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE LA RED VIAL VECINAL AN-876 CON CLORURO DE SODIO OBTENIDO DE DIFERENTES SALINERAS, DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2019	REGISTRO: TS-CBR-01
SOLICITA:	ECHÉ OROYA KAREN FIORELLA - PELÁEZ LOYOLA ANDERSON KLISMANN	PÁGINA: 03 de 03
UBICACIÓN:	Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Santa	
MATERIAL:	Terreno Natural	CLASF. (SUCS): ML
MUESTRA:	C-03 (Patrón)	CLASF. (AASHTO): A-4 (3)
	DE: 0.40 a 1.10 m.	FECHA: 12/04/2019



MÉTODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557  
 MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.777  
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 12.20

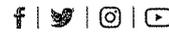
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 13.64	0.2": 16.68
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 7.00	0.2": 8.93

OBSERVACIONES:



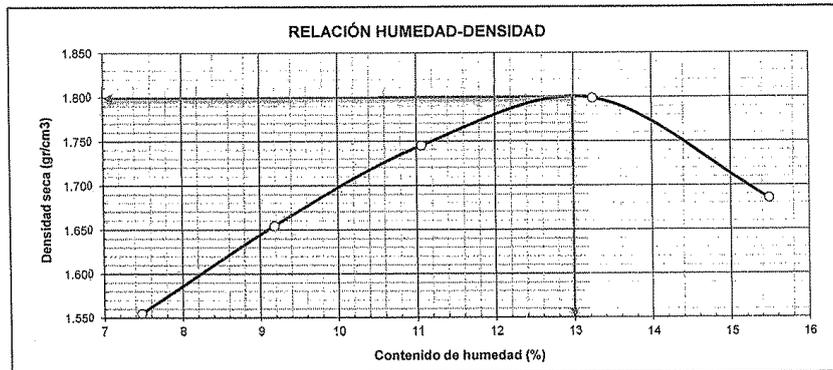
*Ing. Víctor Herrera Lazaro*  
 CIP 246067 Jefe de Laboratorio

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO			
ASTM - D1557			
<b>PROYECTO:</b>	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE LA RED VIAL VECINAL AN-876 CON CLORURO DE SODIO OBTENIDO DE DIFERENTES SALINERAS, DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2019	<b>REGISTRO:</b>	TS-CBR-02
<b>SOLICITA:</b>	ECHÉ OROYA KAREN FIORELLA - PELAEZ LOYOLA ANDERSON KLISMANN	<b>PÁGINA:</b>	01 de 03
<b>UBICACIÓN:</b>	Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Santa		
<b>MATERIAL:</b>	Terreno Natural		
<b>MUESTRA:</b>	Adición 2% de Cloruro de Sodio	<b>FECHA:</b>	16/04/2019

Peso suelo + molde	gr	5671.00	5799.00	5924.00	6018.00	5932.00
Peso molde	gr	4087.00	4087.00	4087.00	4087.00	4087.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1584.00	1712.00	1837.00	1931.00	1845.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	947.87	947.87	947.87	947.87	947.87
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.67	1.81	1.94	2.04	1.95
Recipiente N°		14	5	3	11	9
Peso del suelo húmedo+tara	gr	104.10	169.30	205.40	156.80	89.50
Peso del suelo seco + tara	gr	98.30	156.80	187.00	141.00	80.60
Tara	gr	20.70	20.70	20.70	21.70	22.40
Peso de agua	gr	5.80	12.50	18.40	15.80	9.00
Peso del suelo seco	gr	77.60	136.10	166.30	119.30	58.10
Contenido de agua	%	7.47	9.18	11.06	13.24	15.49
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.555	1.654	1.745	1.799	1.685
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						<b>1.800</b>
Humedad óptima (%)						<b>13.00</b>



  
**Ing. Víctor Herrera Lazaro**  
 CIP 216667 Jefe de Laboratorio

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



<b>RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)</b>		
ASTM D-1883		
PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE LA RED VIAL VECINAL AN-876 CON CLORURO DE SODIO	REGISTRO: TS-CBR-02	
OBTENIDO DE DIFERENTES SALINERAS, DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2019	PÁGINA: 02 de 03	
SOLICITA: ECHE OROYA KAREN FIORELLA - PELAEZ LOYOLA ANDERSON KLISMANN		
UBICACIÓN: Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Santa		
MATERIAL: Terreno Natural		
MUESTRA: Adición 2% de Cloruro de Sodio	FECHA: 16/04/2019	

COMPACTACIÓN						
	1		2		3	
	5		5		5	
Capas N°	55		26		12	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12328.00	12429.00	12656.00	12789.00	12141.00	12312.00
Peso de molde (g)	7473.00	7473.00	7968.00	7968.00	7778.00	7778.00
Peso del suelo húmedo (g)	4855.00	4956.00	4688.00	4821.00	4363.00	4534.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2261.95	2274.17	2304.53	2324.81	2304.53	2339.56
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.146	2.179	2.034	2.074	1.893	1.938
Tara (N°)	6		11		9	
Peso suelo húmedo + tara (g)	196.30	4956.00	205.50	4821.00	185.40	4534.00
Peso suelo seco + tara (g)	176.10	4295.55	183.70	4148.69	166.40	3860.59
Peso de tara (g)	21.00	0.00	16.00	0.00	20.40	0.00
Peso de agua (g)	20.20	660.45	21.80	672.31	19.00	673.41
Peso de suelo seco (g)	155.10	4295.55	167.70	4148.69	146.00	3860.59
Contenido de humedad (%)	13.02	15.38	13.00	16.21	13.01	17.44
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.899	1.889	1.800	1.785	1.675	1.650

EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
16/04/2019	11:03	00 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
17/04/2019	11:03	24 Hrs	0.0050	0.127	0.10	0.0180	0.457	0.36	0.0310	0.787	0.62
18/04/2019	11:03	48 Hrs	0.0120	0.305	0.24	0.0290	0.737	0.58	0.0480	1.219	0.96
19/04/2019	11:03	72 Hrs	0.0270	0.686	0.54	0.0440	1.118	0.88	0.0760	1.930	1.52

PENETRACIÓN												
PENETRACION Pulgadas	CARGA STAND. Lb/pulg2	MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03				
		CARGA	CORRECCIÓN		CARGA	CORRECCIÓN		CARGA	CORRECCIÓN			
		lb	lb	%	lb	lb	%	lb	lb	%		
0.000		0			0			0				
0.025		190			128			84				
0.050		359			194			96				
0.075		542			289			108				
0.100	1000	711	727	24.1	385	397	13.2	122	124	4.1		
0.125		891			489			146				
0.150		1010			554			165				
0.175		1228			666			194				
0.200	1500	1390	1549	29.8	740	725	10.1	225	226	5.0		
0.250		1631			871			271				
0.300		1848			998			348				
0.400		2182			1161			446				
0.500		2462			1307			519				

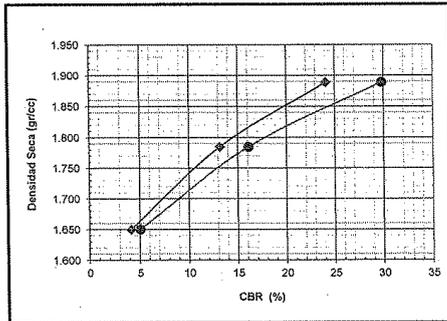


**Ing. Víctor Herrera Lazaro**  
 CIP 216087 Jefe de Laboratorio

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



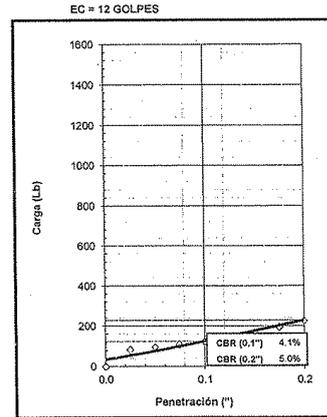
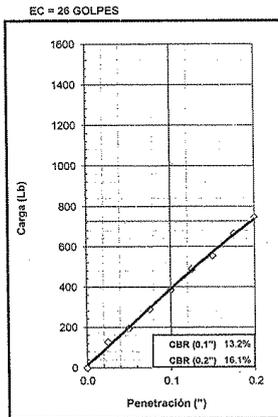
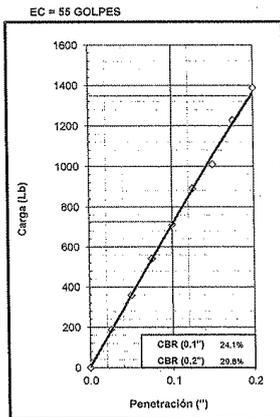
RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1883		
PROYECTO:	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE LA RED VIAL VECINAL AN-876 CON CLORURO DE SODIO OBTENIDO DE DIFERENTES SALINERAS, DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2019	REGISTRO: TS-CBR-02 PÁGINA: 03 de 03
SOLICITA:	ECHÉ OROYA KAREN FIORELLA - PELÁEZ LOYOLA ANDERSON KLISMANN	
UBICACIÓN:	Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Santa	
MATERIAL:	Terreno Natural	
MUESTRA:	Adición 2% de Cloruro de Sodio	FECHA: 16/04/2019



MÉTODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557  
 MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) : 1.800  
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 13.00

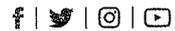
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 14.57	0.2": 17.88
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 7.46	0.2": 9.06

OBSERVACIONES:



*Ing. Victor Herrera Lazaro*  
 CIP 213007 Jefe de Laboratorio

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



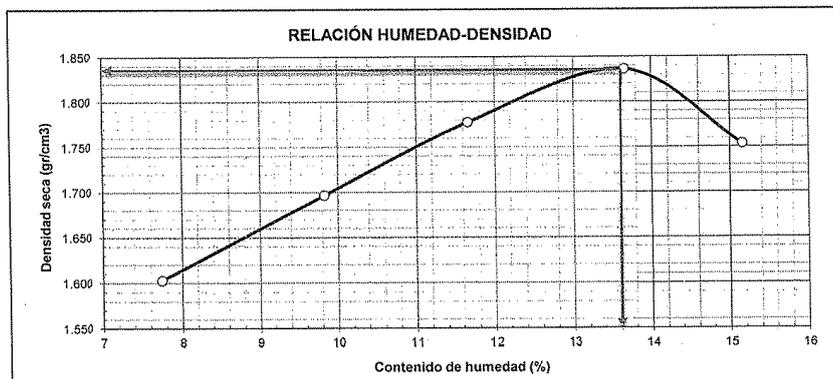
ucv.edu.pe

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

(ASTM - D1557/91, MTC E115)

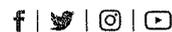
<b>PROYECTO:</b>	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE LA RED VIAL VECINAL AN-878 CON CLORURO DE SODIO OBTENIDO DE DIFERENTES SALINERAS, DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2019	<b>REGISTRO:</b>	TS-CBR-03
<b>SOLICITA:</b>	ECHÉ OROYA KAREN FIORELLA - PELAEZ LOYOLA ANDERSON KLISMANN	<b>PÁGINA:</b>	01 de 03
<b>UBICACIÓN:</b>	Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Santa		
<b>MATERIAL:</b>	Terreno Natural		
<b>MUESTRA:</b>	Adición 4% de Cloruro de Sodio	<b>FECHA:</b>	22/04/2019

Peso suelo + molde	gr	5724.00	5853.00	5968.00	6065.00	6001.00
Peso molde	gr	4087.00	4087.00	4087.00	4087.00	4087.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1637.00	1766.00	1881.00	1978.00	1914.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	947.87	947.87	947.87	947.87	947.87
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.73	1.86	1.98	2.09	2.02
Recipiente N°		5	12	9	14	3
Peso del suelo húmedo+tara	gr	169.50	205.40	163.40	174.70	206.30
Peso del suelo seco + tara	gr	158.90	188.90	148.50	156.20	182.00
Tara	gr	22.00	21.00	20.70	20.70	21.70
Peso de agua	gr	10.60	16.50	14.90	18.50	24.30
Peso del suelo seco	gr	136.90	167.90	127.80	135.50	160.30
Contenido de agua	%	7.74	9.83	11.66	13.65	15.16
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.603	1.696	1.777	1.836	1.753
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						<b>1.835</b>
Humedad óptima (%)						<b>13.60</b>



  
**Ing. Victor Herjera Lazaro**  
 CIP 216687 Jefe de Laboratorio

Somos la universidad de los  
que quieren salir adelante.



ucv.edu.pe



RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)		ASTM D-1883	
PROYECTO:	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE LA RED VIAL VECINAL AN-878 CON CLORURO DE SODIO	REGISTRO:	TS-CBR-03
	OBTENIDO DE DIFERENTES SALINERAS, DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2019	PÁGINA:	02 de 03
SOLICITA:	ECHE OROYA KAREN FIORELLA - PELAEZ LOYOLA ANDERSON KLISMANN		
UBICACIÓN:	Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Santa		
MATERIAL:	Terreno Natural		
MUESTRA:	Adición 4% de Cloruro de Sodio	FECHA:	22/04/2019

COMPACTACIÓN						
Molde N°	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12425.00	12502.00	12775.00	12939.00	12123.00	12299.00
Peso de molde (g)	7473.00	7473.00	7988.00	7988.00	7778.00	7778.00
Peso del suelo húmedo (g)	4952.00	5029.00	4807.00	4971.00	4345.00	4521.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2261.95	2280.95	2304.53	2348.77	2304.53	2372.74
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.189	2.205	2.086	2.116	1.885	1.905
Tara (N°)	7		6		11	
Peso suelo húmedo + tara (g)	214.50	5029.00	185.40	4971.00	196.30	4521.00
Peso suelo seco + tara (g)	191.10	4359.28	165.70	4230.98	175.20	3825.27
Peso de tara (g)	19.00	0.00	21.00	0.00	19.90	0.00
Peso de agua (g)	23.40	669.72	19.70	740.02	21.10	695.73
Peso de suelo seco (g)	172.10	4359.28	144.70	4230.98	155.30	3825.27
Contenido de humedad (%)	13.80	15.36	13.61	17.49	13.59	18.19
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.927	1.911	1.836	1.801	1.860	1.812

EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
22/04/2019	16:15	00 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
23/04/2019	16:15	24 Hrs	0.0090	0.229	0.18	0.0132	0.335	0.26	0.0260	0.660	0.52
24/04/2019	16:15	48 Hrs	0.0240	0.610	0.48	0.0410	1.041	0.82	0.0740	1.880	1.48
25/04/2019	16:15	72 Hrs	0.0420	1.067	0.84	0.0960	2.438	1.92	0.1480	3.759	2.96

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN Pulgadas	CARGA STAND. Lb/pulg <sup>2</sup>	MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03			
		CARGA	CORRECCIÓN		CARGA	CORRECCIÓN		CARGA	CORRECCIÓN		
			lb	lb		%	lb		lb	%	lb
0.000		0			0			0			
0.025		156			99			42			
0.050		215			125			52			
0.075		340			181			65			
0.100	1000	480	537	17.8	247	289	9.6	75	72	2.4	
0.125		591			306			82			
0.150		838			452			91			
0.175		962			532			104			
0.200	1500	1125	1020	22.5	618	557	12.3	122	122	2.7	
0.250		1225			677			143			
0.300		1373			758			168			
0.400		1569			875			203			
0.500		1756			981			223			



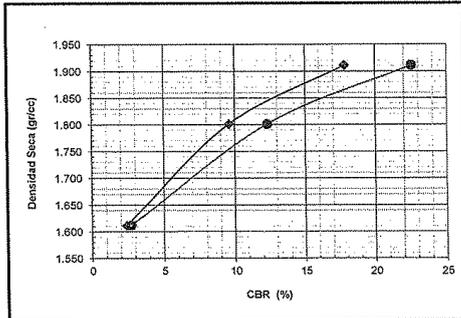
*Ing. Victor Herrera Lazaro*  
Jefe de Laboratorio

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



ucv.edu.pe

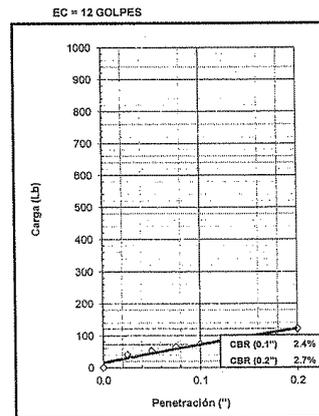
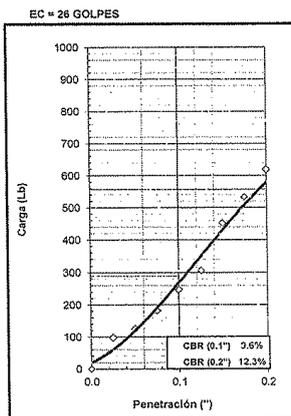
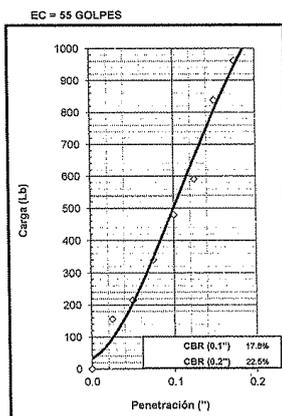
RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1883		
PROYECTO:	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE LA RED VIAL VECINAL AN-876 CON CLORURO DE SODIO OBTENIDO DE DIFERENTES SALINERAS, DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2019	REGISTRO: TS-CBR-03 PÁGINA: 03 de 03
SOLICITA:	ECHE OROYA KAREN FIORELLA - PELAEZ LOYOLA ANDERSON KLISMANN	
UBICACIÓN:	Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Santa	
MATERIAL:	Terreno Natural	
MUESTRA:	Adición 4% de Cloruro de Sodio	
		FECHA: 22/04/2019



MÉTODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557  
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>) : 1.835  
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 13.60

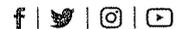
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 11.78	0.2": 15.07
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 6.43	0.2": 8.26

OBSERVACIONES:



  
**Ing. Víctor Herrera Lazaro**  
 #IP 214007 Jefe de Laboratorio

Somos la universidad de los  
que quieren salir adelante.

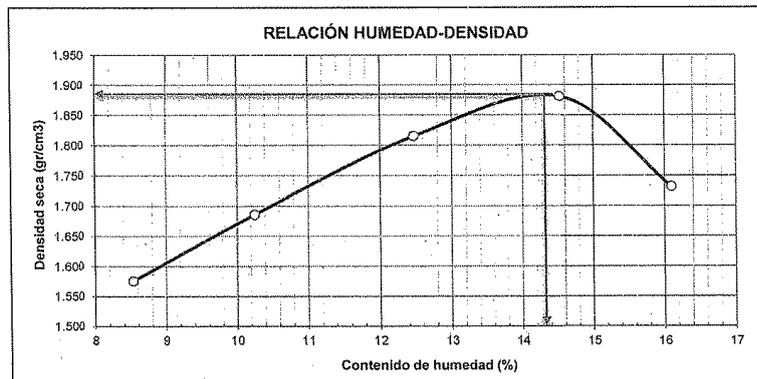


ucv.edu.pe



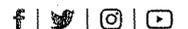
RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)			
ASTM D-1883			
PROYECTO:	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE LA RED VIAL VECINAL AN-876 CON CLORURO DE SODIO	REGISTRO:	TS-CBR-04
	OBTENIDO DE DIFERENTES SALINERAS, DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2019	PÁGINA:	01 de 03
SOLICITA:	ECHE OROYA KAREN FIORELLA - PELAEZ LOYOLA ANDERSON KLISMANN		
UBICACIÓN:	Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Santa		
MATERIAL:	Terreno Natural		
MUESTRA:	Adición 6% de Cloruro de Sodio	FECHA:	24/04/2019

Peso suelo + molde	gr	5708.00	5849.00	6022.00	6129.00	5993.00
Peso molde	gr	4087.00	4087.00	4087.00	4087.00	4087.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1621.00	1762.00	1935.00	2042.00	1906.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	947.87	947.87	947.87	947.87	947.87
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.71	1.86	2.04	2.15	2.01
Recipiente N°		10	5	6	14	3
Peso del suelo húmedo+tara	gr	166.90	224.50	163.60	211.30	198.50
Peso del suelo seco + tara	gr	154.70	205.70	147.90	187.20	174.00
Tara	gr	11.70	22.30	22.00	21.30	21.80
Peso de agua	gr	12.20	18.80	15.70	24.10	24.50
Peso del suelo seco	gr	143.00	183.40	125.90	165.90	152.20
Contenido de agua	%	8.53	10.25	12.47	14.53	16.10
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.576	1.686	1.815	1.881	1.732
				Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		1.880
				Humedad óptima (%)		14.30



**Ing. Víctor Herrera Lazaro**  
 Jefe de Laboratorio

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



<b>RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)</b> ASTM D-1883		
PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE LA RED VIAL VECINAL AN-876 CON CLORURO DE SODIO		REGISTRO: TS-CBR-04
OBTENIDO DE DIFERENTES SALINERAS, DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2019		PÁGINA: 02 de 03
SOLICITA: ECHE OROYA KAREN FIORELLA - PELAEZ LOYOLA ANDERSON KLISMANN		
UBICACIÓN: Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Santa		
MATERIAL: Terreno Natural		
MUESTRA: Adición 8% de Cloruro de Sodio		FECHA: 24/04/2019

COMPACTACIÓN						
Moide N°	1		2		3	
	5		5		5	
Capas N°	55		26		12	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13255.00	13355.00	12330.00	12521.00	12229.00	12421.00
Peso de molde (g)	7968.00	7968.00	7473.00	7473.00	7778.00	7778.00
Peso del suelo húmedo (g)	5287.00	5387.00	4857.00	5048.00	4451.00	4643.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2304.53	2334.95	2261.95	2303.12	2304.53	2365.37
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.294	2.307	2.147	2.192	1.931	1.963
Tara (N°)	3		4		6	
Peso suelo húmedo + tara (g)	184.60	5387.00	135.60	5048.00	214.70	4643.00
Peso suelo seco + tara (g)	164.30	4625.72	121.30	4249.88	190.10	3893.78
Peso de tara (g)	22.30	0.00	21.20	0.00	18.20	0.00
Peso de agua (g)	20.30	761.28	14.30	798.13	24.60	749.22
Peso de suelo seco (g)	142.00	4625.72	100.10	4249.88	171.90	3893.78
Contenido de humedad (%)	14.30	16.46	14.29	18.78	14.31	19.24
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.007	1.981	1.879	1.845	1.690	1.646

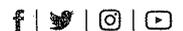
EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
24/04/2019	14:15	00 Hrs	0.0590	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
25/04/2019	14:15	24 Hrs	0.0150	0.381	0.30	0.0290	0.797	0.58	0.0420	1.067	0.84
26/04/2019	14:15	48 Hrs	0.0360	0.914	0.72	0.0580	1.473	1.16	0.0860	2.164	1.72
27/04/2019	14:15	72 Hrs	0.0660	1.676	1.32	0.0910	2.311	1.82	0.1320	3.353	2.64

PENETRACIÓN												
PENETRACIÓN Pulgadas	CARGA STAND. Lb/pulg2	MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03				
		CARGA		CORRECCIÓN	CARGA		CORRECCIÓN	CARGA		CORRECCIÓN		
		lb	lb	%	lb	lb	%	lb	lb	%		
0.000		0			0			0				
0.025		126			79			29				
0.050		183			103			38				
0.075		271			152			44				
0.100	1000	378	449	14.9	208	239	7.9	54	65	2.2		
0.125		508			281			72				
0.150		701			360			98				
0.175		827			422			128				
0.200	1500	1016	914	20.2	511	470	10.4	158	142	5.1		
0.250		1167			596			183				
0.300		1301			667			222				
0.400		1408			762			270				
0.500		1562			887			325				



  
**Ing. Víctor Herrera Lazaro**  
 CIP 216667 Jefe de Laboratorio

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



ucv.edu.pe



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

ASTM D-1883

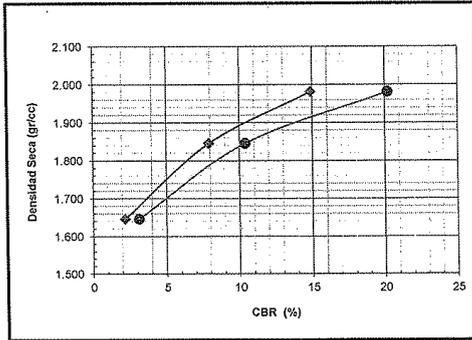
PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE LA RED VIAL VECINAL AN-878 CON CLORURO DE SODIO  
 OBTENIDO DE DIFERENTES SALINERAS, DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2019  
 REGISTRO: TS-CBR-04  
 PÁGINA: 03 de 03

SOLICITA: ECHE OROYA KAREN FIORELLA - PELAEZ LOYOLA ANDERSON KLISMANN

UBICACIÓN: Departamento: Ancash; Provincia: Santa; Distrito: Santa

MATERIAL: Terreno Natural

MUESTRA: Adición 6% de Cloruro de Sodio  
 FECHA: 24/04/2019

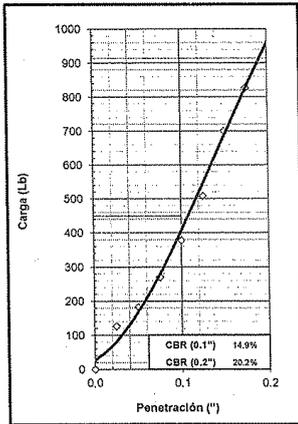


MÉTODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557  
 MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) : 1.880  
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 14.30

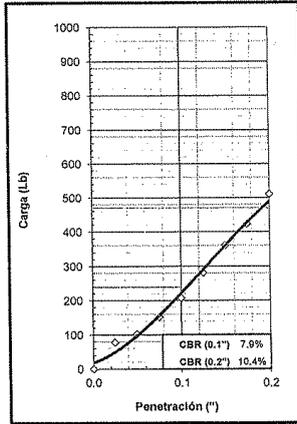
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 9.45	0.2": 12.51
C.B.R. AL 98% DE M.D.S. (%)	0.1": 5.64	0.2": 7.34

OBSERVACIONES:

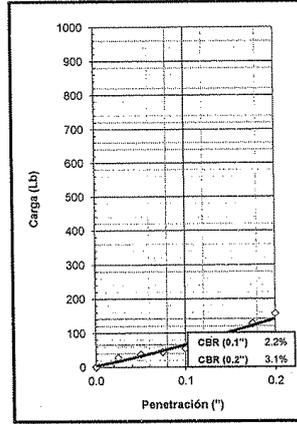
EC = 56 GOLPES



EC = 26 GOLPES



EC = 12 GOLPES



*Ing. Victor Herrera Lazaro*  
 Jefe de Laboratorio

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



cvjv.edu.pe

**ANEXO N° 6**

**INFORME DEL**

**LEVANTAMIENTO**

**TOPOGRÁFICO**

## INFORME DE TOPOGRAFÍA

### I N D I C E

	Pag.
1	OBJETIVOS ..... 2
2	UBICACIÓN ..... 2
3	METODOLOGIA DEL TRABAJO ..... 2
3.1	ASPECTOS GENERALES ..... 2
3.2	PERSONAL ..... 2
3.3	EQUIPOS ..... 2
3.4	MATERIALES ..... 3
4	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO ..... 3
4.1	TRABAJOS DE CAMPO REALIZADOS ..... 3
4.2	PUNTOS DE GEOREFERENCIACION ..... 4
4.3	POLIGONAL DE APOYO ..... 5
4.3.1	METODOLOGIA ..... 5
4.3.2	MEDICIONES DE LA POLIGONAL ABIERTA ..... 5
4.3.3	UBICACIÓN Y MONUMENTACION DE LOS VERTICES DE POLIGONAL ..... 6
4.3.4	MEDICION DEL AREA DE DEFENSA RIBEREÑA ..... 8
4.3.5	RESULTADOS ..... 8
4.4	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO ..... 8
4.4.1	METODOLOGIA ..... 8
4.4.2	TOMA DE DETALLES Y RELLENOS TOPOGRAFICOS ..... 8
4.5	TRABAJO DE GABINETE ..... 9
4.5.1	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION DE CAMPO ..... 9
4.5.2	DATOS DEL ESTACION TOTAL ..... 10
4.5.3	DIBUJO CAD ..... 11

## **ASPECTOS GENERALES**

El presente estudio tiene como objetivo realizar el Levantamiento Topográfico con Estación total de la zona de San Luis Estefanía en Santa, provincia de Santa, departamento de Ancash.

### **1 OBJETIVOS**

El principal objetivo es obtener planos topográficos veraces y fidedignos, mientras que el objetivo secundario es obtener Bench Marks o puntos de control en cantidad suficiente a fin de poder verificar las cotas.

El levantamiento Topográfico consiste en el establecimiento de puntos de control horizontal y vertical.

En efecto, se requieren una cantidad suficiente de puntos de control vertical e igualmente puntos de control horizontal para los casos de verificación, supervisión, replanteo del Proyecto y control topográfico durante la Construcción.

En la zona donde se realizó el levantamiento topográfico, se ubico puntos de control horizontal con coordenadas UTM (vértices de la poligonal electrónica), también se ubicaron puntos de control vertical como son los BMs (msnm).

### **2 UBICACIÓN**

Localidad : Sector San Luis Estefanía  
Distrito : Santa  
Provincia : Santa  
Departamento : Ancash

### **3 METODOLOGIA DEL TRABAJO**

#### **3.1 ASPECTOS GENERALES**

El Levantamiento topográfico se desarrolla dentro del marco del trabajo de topografía al detalle.

Los trabajos de control terrestre se llevaron a cabo desarrollando las actividades siguientes:

- Recopilación de información
- Reconocimiento y foto identificación de puntos de control terrestre
- Monumentación de los puntos de control
- Lectura de puntos de control terrestre

#### **3.2 PERSONAL**

En el presente se trabajo con el siguiente personal:

- 01 Topógrafo de Levantamiento.
- 02 Ayudante para el trabajo con prisma.
- 01 Ayudantes para trabajo con wincha.

#### **3.3 EQUIPOS**

En el presente trabajo se trabajo con los siguientes equipos:

- 01 Estación Total LEICA
- 01 Trípode de Aluminio.
- 02 Prisma de 4.0 m.
- 01 GPS Garmin 60 CSX.

### 3.4 MATERIALES

- Pinturas esmalte (Rojo).
- Wincha de 5 m.
- Marcador o corrector.

## 4 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

El levantamiento topográfico se refiere al establecimiento de puntos de control horizontal y vertical. En efecto, se requiere por una parte una cantidad suficiente de puntos de control vertical e igualmente suficientes puntos de control horizontal para los casos de verificación y replanteo en el desarrollo del proyecto y posterior construcción.

### 4.1 TRABAJOS DE CAMPO REALIZADOS

En función a la importancia de los estudios a ejecutarse, cómo es el desarrollo del proyecto de investigación y dar cumplimiento de lo requerido en los términos de referencia; se han empleado equipos electrónicos de alta precisión como son las estaciones totales, en las que se han almacenado información codificada que luego es convertida en datos que se suministran a programas de computo para la elaboración de planos sectorizados en sistema CAD.

Para el caso de la poligonal de control se realizo con un equipo de estación total, básicamente para poder obtener niveles de error mínimos. Para ello, se tomaron lecturas de distancia repetida y en modo fino del instrumento lo que significa que en un intervalo de tiempo de 2,5 segundos por visada, utilizando de este tiempo el promedio de lecturas computarizadas, cada una de ellas, medidas con rayos infrarrojos de onda corta, el cual se afecta principalmente por la posición y el numero de prismas utilizados.

Se ejecuto una poligonal abierta, utilizándose para ello estación total marca TOPCOM de aproximación 3" con colector interno de información, cada medida se realizo en modo fino, en series de 2 visadas cada una, de las cuales el software de cálculo tomo el promedio final, de esta manera se reduce al mínimo el error del operador y logrando errores de cierre dentro de lo permitido por los términos de referencia.



Foto N° 01: Trabajo de campo con Estación Total LEICA.

#### 4.2 PUNTOS DE GEOREFERENCIACION

Se ha elaborado la siguiente información sobre los puntos de control oficiales existentes dentro del área de trabajo.

Se establecieron 02 hitos con GPS y estación total.

Cuadro N° 01 – Ubicación de Bms

BM	UTM	18L	COTA (msnm)	DESCRIPCION
BM-01	761609.6803	9004338.6750	21.00	Ubicado en la margen izquierda de levantamiento, pista de acceso.
BM-02	761672.2058	9004393.5685	21.40	Ubicado en la margen derecho de levantamiento, de la pista de acceso.

Los puntos de BM se encuentran ubicados estratégicamente fuera del área de trabajo, para no ser dañado por el personal ni la maquinaria durante la ejecución de la Obra.



Foto N° 02: Monumentación de la zona de trabajo.

#### 4.3 POLIGONAL DE APOYO

##### 4.3.1 METODOLOGIA

Como actividad de campo, se realizó la marcación de 4 puntos de control (Estación A, Estación B, Estación C y Estación D) generándose una poligonal abierta, que normalmente se fueron ubicados en lugares estratégicos para posteriormente efectuar con las mediciones.

##### 4.3.2 MEDICIONES DE LA POLIGONAL ABIERTA

Se caracteriza por estar constituida por un conjunto de líneas consecutivas, donde el trabajo de campo se reduce a medir ángulos acimutales y longitudes de los lados formados. En este caso se tiene cuatro puntos de referencia y control que son la ubicación de las Estación A, Estación B, Estación C y Estación D, cuyas coordenadas y longitud fueron tomadas con la Estación Total con 2 repeticiones para reducir el error.

Cuadro N° 02 – Coordenadas de las Estaciones

ESTACION	ESTE	NORTE	ALTURA (m.s.n.m.)
A	761942.2693	9004597.7453	26.60
B	761722.5686	9004444.2732	22.40
C	761241.8234	9004097.3510	16.80
D	760832.3315	9003743.0621	13.20

#### 4.3.3 UBICACIÓN Y MONUMENTACION DE LOS VERTICES DE POLIGONAL

##### **Reconocimiento del área de trabajo**

Para la ubicación de los vértices de la Poligonal se tuvo en cuenta que no existan obstáculos que impidan la total visibilidad entre los puntos adyacentes.

##### **Medición de las distancias**

La medición se realizó mediante equipo estación total y la lectura del prisma con rayos infrarrojos de onda corta el cual tiene menos error que un teodolito electrónico. Además se realizaron los ajustes por temperatura y altura.

La medición de la longitud de la Poligonal Abierta se realizó por repetición con la estación total, para luego hacer el cálculo de las coordenadas.



Figura N° 01: Ubicación de las Estaciones de levantamiento topográfico (poligonal abierta).

#### 4.3.4 MEDICIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo con los vértices de la poligonal abierta se hizo el levantamiento del lugar de desarrollo del proyecto de investigación, los hitos dejados en la zona de estudio servirán como control topográfico, de acuerdo a las cotas del terreno se podrá medir la capacidad de almacenamiento de la quebrada.

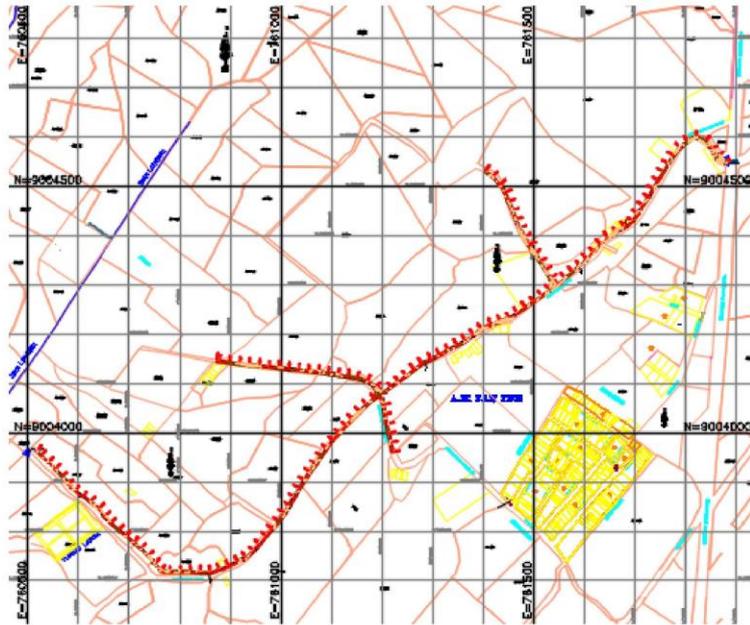


Figura N° 02: Plano en planta de levantamiento (La red vial AN-876).

#### 4.3.5 RESULTADOS

Las coordenadas que figuran en los planos topográficos es el promedio de los vértices de la poligonal.

### 4.4 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

#### 4.4.1 METODOLOGIA

Como actividad de campo, se marcaron los vértices de la poligonal abierta en este caso son el punto de la Estación A, Estación B, Estación C y Estación D, para posteriormente realizar con la toma de detalles y relleno topográfico.

#### 4.4.2 TOMA DE DETALLES Y RELLENOS TOPOGRAFICOS

La toma de detalles y rellenos topográficos se realizaron con equipo de estación total por el método de coordenadas.

La toma de datos se realizó con la estación total y el prisma, en aquellas zonas donde el terreno era accidentado e inaccesible para colocar el prisma se tomo los puntos solo con la estación total con la opción sin prisma donde la luz infrarroja rebota directamente en el objetivo a tomar.

#### 4.5 TRABAJO DE GABINETE

##### 4.5.1 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION DE CAMPO

Toda información en el campo fue transmitida a la computadora de trabajo a través del programa del LEICA.

Esta información ha sido procesada por el modulo básico haciendo posible tener un archivo de radiaciones sin errores de cálculo, con su respectiva codificación de acuerdo a la ubicación de puntos. Se puede observar en la tabla los datos que transmite el programa donde se observa las coordenadas en UTM (N, E), la altitud (Z) y la descripción de cada punto (D).

Los datos trabajados con la estación y el prisma esta descrito con la secuencia de puntos tomada de acuerdo a su descripción, en el caso del trabajo sin prisma se ha descrito como puntos de referencia (REF).

El procesamiento de toda la información de campo se realizó con el Software de Topografía Autocad Civil 3D 2017.

## 4.5.2 DATOS DEL ESTACION TOTAL

Nº	N	E	Z	D
1	8649793	339227	3075.000	ESTA
2	8649786.63	339242.051	3079.893	BM1
3	8649800.41	339211.661	3071.696	BM2
4	8649796.79	339219.347	3067.811	4
5	8649798.94	339215.016	3071.385	5
6	8649801.13	339204.805	3076.711	6
7	8649799.79	339196.838	3082.813	7
8	8649788.22	339189.133	3086.820	8
9	8649792.61	339189.396	3086.716	9
10	8649784.23	339180.149	3089.180	10
11	8649805.64	339194.814	3086.061	11
12	8649817.92	339204.442	3083.319	12
13	8649825.02	339205.799	3079.905	13
14	8649833.77	339208.514	3084.586	14
15	8649803.41	339216.736	3069.094	15
16	8649808.31	339212.173	3069.958	16
17	8649812.91	339215.424	3069.960	17
18	8649820.16	339218.126	3070.450	18
19	8649789.28	339215.253	3065.072	19
20	8649780.51	339208.564	3065.487	20
21	8649770.96	339200.259	3064.370	21
22	8649757.83	339187.721	3062.935	22
23	8649754.29	339192.228	3061.600	23
24	8649750.52	339197.957	3062.762	24
25	8649771.1	339213.617	3065.238	25
26	8649774.57	339209.795	3064.480	26
27	8649768.13	339231.805	3072.199	27
28	8649744.75	339232.625	3070.731	28
29	8649759.82	339221.866	3068.688	29
30	8649779.73	339232.921	3073.640	30
31	8649786.13	339235.927	3076.656	31
32	8649794.27	339238.066	3076.142	32
33	8649796.08	339233.472	3075.058	33
34	8649800.79	339241.078	3074.938	34
35	8649790.31	339236.198	3076.902	35
36	8649897.06	339273.898	3074.500	36
37	8649791.36	339254.734	3083.557	37
38	8649780.21	339248.889	3083.012	38
39	8649770.51	339243.14	3083.467	39
40	8649778.6	339255.136	3093.332	40
41	8649822.44	339233.432	3069.852	41
42	8649835.57	339246.687	3071.780	42
43	8649856.47	339246.484	3073.124	43
44	8649871.22	339263.502	3073.219	44
45	8649888.52	339270.974	3074.062	45
46	8649902.07	339280.951	3074.704	46
47	8649938.05	339290.838	3081.925	ESTB
48	8649957.44	339290.918	3085.171	48
49	8649934.27	339304.976	3085.636	49
50	8649908.72	339304.226	3084.692	50
51	8649892.35	339300.95	3084.636	51
52	8649875.48	339295.381	3082.385	52
53	8649858.89	339283.239	3079.148	53
54	8649837.07	339265.752	3076.583	54
55	8649822.42	339254.019	3076.696	55
56	8649812.62	339249.049	3077.603	56
57	8649800.72	339241.822	3075.286	57
58	8649766.2	339201.653	3062.806	58
59	8649738.33	339180.063	3061.120	59
60	8649693.66	339167.008	3057.455	60
61	8649649.19	339143.059	3054.928	61
62	8649594.97	339136.114	3053.628	62
63	8649565.86	339121.193	3053.470	63
64	8649568.94	339116.884	3054.026	64
65	8649581.81	339102.51	3057.944	65
66	8649586.43	339097.886	3060.327	66
67	8649602.87	339111.474	3058.268	67
68	8649563.31	339124.508	3054.608	68
69	8649561.69	339127.529	3055.709	69
70	8649543.84	339158.634	3061.368	70
71	8649536.03	339181.151	3067.428	71
72	8649529.12	339106.744	3051.070	72
73	8649576.31	339170.921	3061.098	73
74	8649612.81	339184.73	3062.073	74
75	8649653.87	339209.531	3063.033	75
76	8649695.9	339213.727	3066.476	76
77	8649734.08	339211.442	3065.859	77
78	8649885.64	339270.115	3073.718	78

Nº	N	E	Z	D
89	8649937.35	339311.6	3086.000	REF
90	8649923.14	339316.514	3088.000	REF
91	8649910.95	339319.955	3090.000	REF
135	8649516.57	339160.279	3068.000	REF
136	8649769.99	339161.465	3090.000	REF
137	8649748.79	339147.008	3089.000	REF
138	8649724.93	339131.939	3088.000	REF
139	8649701.61	339120.265	3087.000	REF
140	8649685.32	339111.441	3086.000	REF
141	8649655.19	339105.534	3085.000	REF
142	8649634.8	339091.61	3084.000	REF
143	8649609.56	339081.836	3083.000	REF
144	8649762.09	339273.839	3094.000	REF
145	8649726.02	339269.395	3095.000	REF
146	8649682.63	339259.028	3096.000	REF
147	8649660.35	339250.665	3095.000	REF
148	8649627.64	339236.923	3094.000	REF
149	8649592.16	339224.59	3093.000	REF
150	8649563.98	339223.649	3092.000	REF
151	8649536.61	339203.603	3091.000	REF
152	8649506.52	339191.643	3090.000	REF
153	8649796.94	339295.329	3095.000	REF
154	8649820.03	339325.112	3096.000	REF
155	8649837.01	339335.428	3095.000	REF
156	8649852.11	339334.921	3095.000	REF
157	8649863.54	339330.648	3094.000	REF
158	8649880.21	339325.586	3093.000	REF
159	8649895.16	339320.837	3092.000	REF
160	8649912.78	339289.195	3075.000	REF
161	8649920.72	339294.826	3076.000	REF
162	8649931.43	339297.308	3077.000	REF
163	8649939.94	339298.817	3079.000	REF
164	8649948.65	339299.749	3080.000	REF
165	8649953.13	339311.847	3085.000	REF
166	8649962.85	339313.493	3084.000	REF
167	8649965.99	339296.671	3084.000	REF
168	8649957.81	339304.263	3082.000	REF

4.5.3 DIBUJO CAD

Concluido los procesamientos de datos se procedió a digitalizar las poligonales en Autocad 3D 2017 La edición de los dibujos se realizó con Autocad 2017.

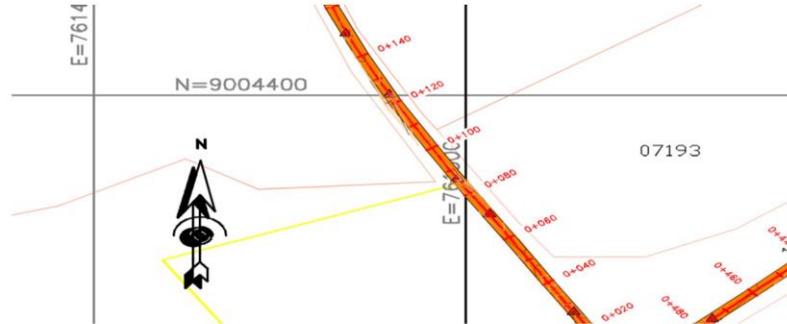


Figura N° 03: Plano de la red vial AN-876.

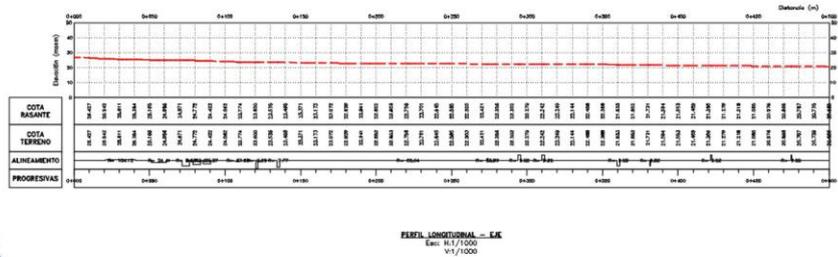


Figura N° 04: Perfil longitudinal de la red vial AN-876.

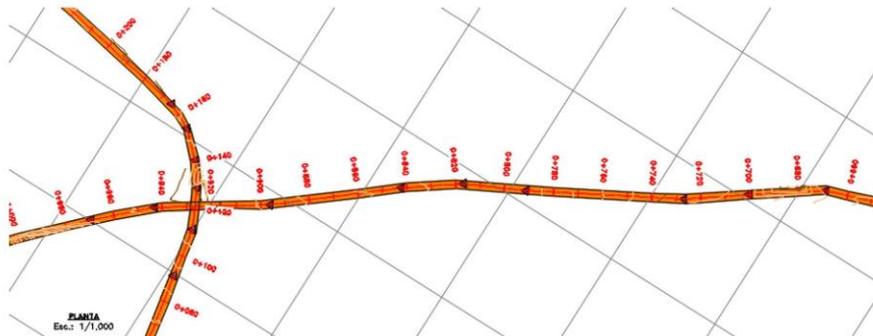


Figura N° 05: Vista en planta de la red vial AN-876.

## **PANEL FOTOGRAFICO**



IMAGEN 01: Inicio de la red vial AN-876. Prog. 0+000



IMAGEN 02: Toma de puntos de la red vial AN-876 San Luis Estefanía



IMAGEN 03: Toma de puntos de linderos de la red vial AN-876 con estación Total Leica.



IMAGEN 04: Toma de puntos del ancho de la red vial vecinal y Viviendas



IMAGEN 05: Toma de puntos del ancho de la red vial vecinal con la estación total.



IMAGEN 06: Toma de puntos de eje de la red vial vecinal con la estación total.



IMAGEN 07: Toma de puntos de estación de la red vial vecinal con la estación total.



IMAGEN 08: Toma de puntos de terreno red vial vecinal con la estación total.



IMAGEN 09: Toma de puntos de áreas verdes red vial vecinal con la estación total.



IMAGEN 10: Toma de puntos de estación red vial vecinal con la estación total.



IMAGEN 11: Toma de puntos de viviendas red vial vecinal con la estación total.



IMAGEN 12: Toma de puntos de áreas verdes red vial vecinal con la estación total.

**ANEXO N° 7**

**PANEL FOTOGRAFICO**

**Figura N°1:** Inicio de la red vial AN-876.



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura N° 2:** Suelo con presencia de deformaciones.



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura N°3:** Camino de la red vial AN-876.



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura N° 4:** Suelo con exceso de polvo.



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura N°5:** Visita de la red vial AN-876.



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura N° 6:** Recorrido de la red vial AN-876.



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura N° 7:** Identificación de puntos para la extracción de calicatas



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura N° 8:** Extracción de muestras de la red vial vecinal AN-876



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura N° 9:** Visita de campo a la **Minera Tortugas**, donde se aprecia las pozas donde se produce la sal de manera natural



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura N° 10:** Visita de campo a la **Minera Adolfo**, donde se aprecia las pozas donde se produce la sal de manera natural





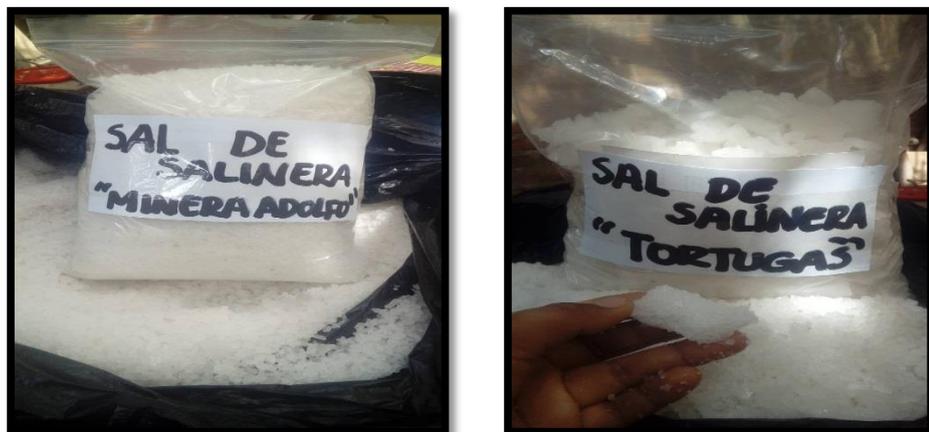
**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura N° 11:** Obtención de las diferentes muestras de sales producidas de manera natural en las salineras



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura N° 12:** Muestras obtenidas de diferentes salineras en bolsas de polietileno para su proceso de estudio



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura N° 13:** En la imagen se aprecia la realización de la colocación de las muestras de suelo obtenidas al horno para poder realizar la granulometría.



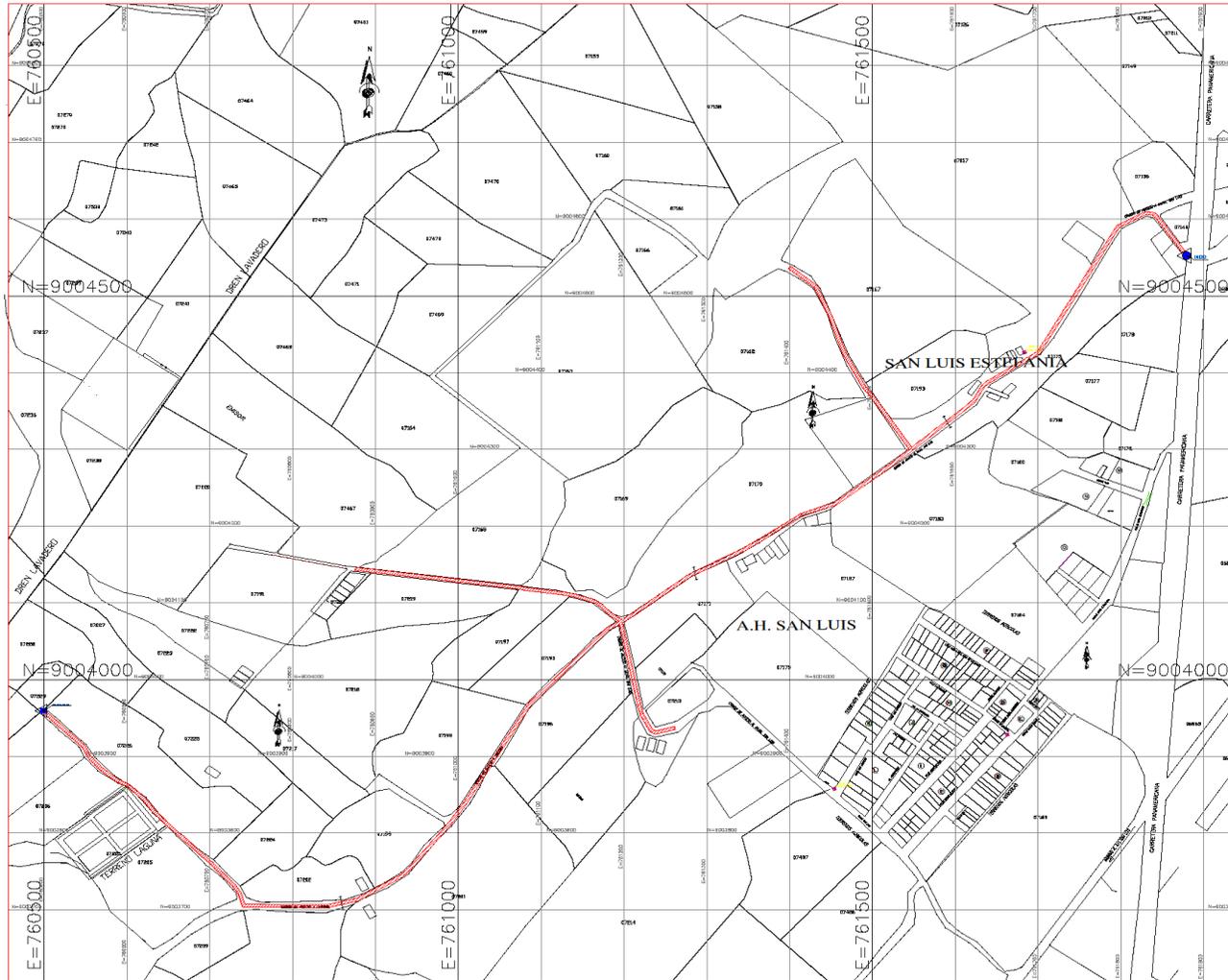
**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura N° 14:** Las muestras en su bolsa hermética para posteriormente determinar el contenido de humedad.

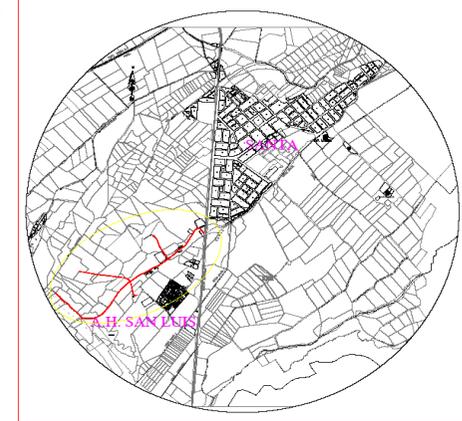


**Fuente:** Elaboración Propia

**ANEXO N° 8**  
**PLANO DE UBICACIÓN**

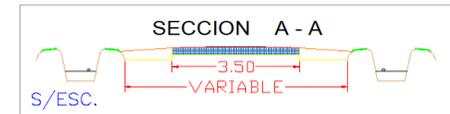


**PLANO DE UBICACION**  
ESCALA 1/2000



**PLANO DE LOCALIZACION**  
ESCALA 1/20 000

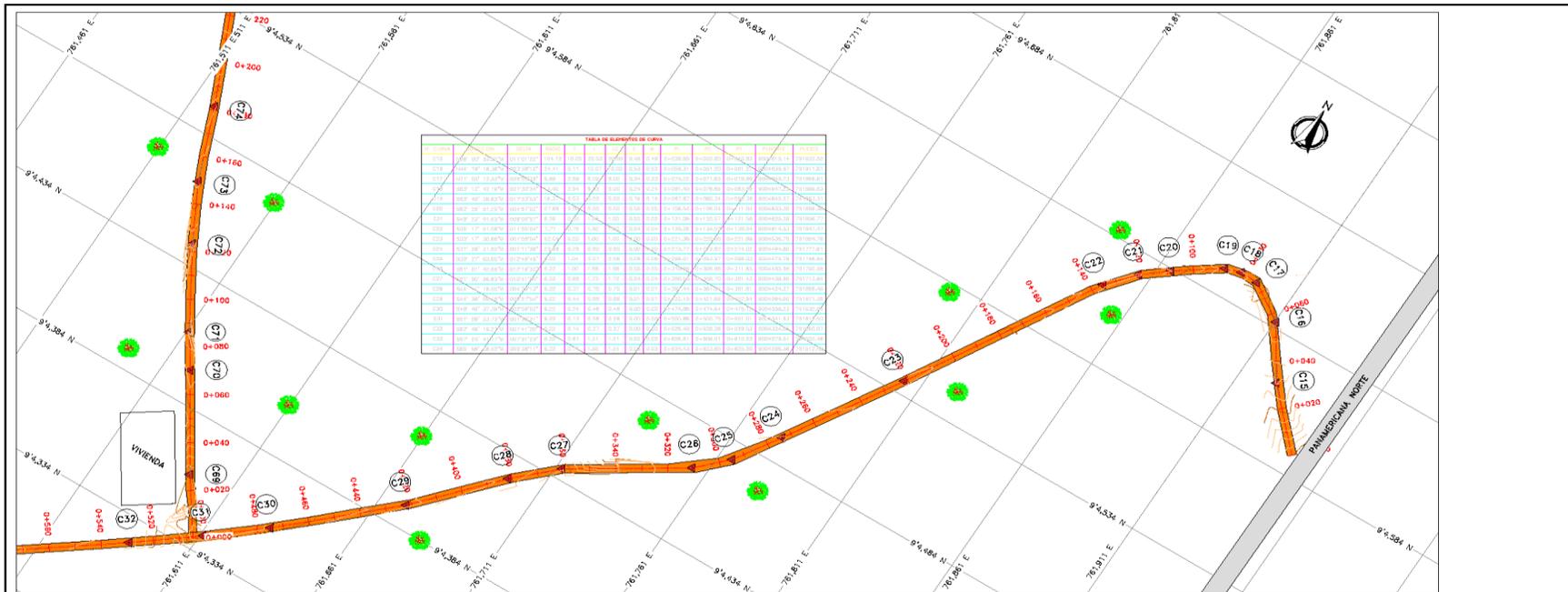
LEYENDA	
RED VIAL VECINAL AN-B76	
INICIO DE RED VIAL VECINAL	
FIN DE RED VIAL VECINAL	



<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA Escuela Profesional de Ingeniería Civil		
<b>TESIS:</b> Estabilización de suelos de la red vial vecinal AN-B76 con cloruro de sodio obtenido de diferentes salineros, Distrito de Santa-Ancaes-2019		
<b>PLANO:</b> <b>UBICACION Y LOCALIZACION</b> <b>Km. 0+000 - Km. 2+639</b>		
<b>UBICACION:</b> DEPARTAMENTO: ANCASH PROVINCIA: SANTA DISTRITO: SANTA		
<b>ESTUDIANTE:</b> ECHE OROYA KAREN FIORELLA PIRLAJEZ LOYOLA ANDERSON HILSBMANN	<b>CURSO:</b> PROYECTO DE INVESTIGACION	<b>U-01</b>
<b>METODOLOGIA:</b> MOTR. MUÑOZ ARANA JOSE PEPE	<b>ESCALA:</b> 1/1000	
<b>ASISOR:</b> MOTR. FERNÁNDEZ MANTILLA JENISSE DEL ROCIO	<b>FECHA:</b> ABRIL 2019	

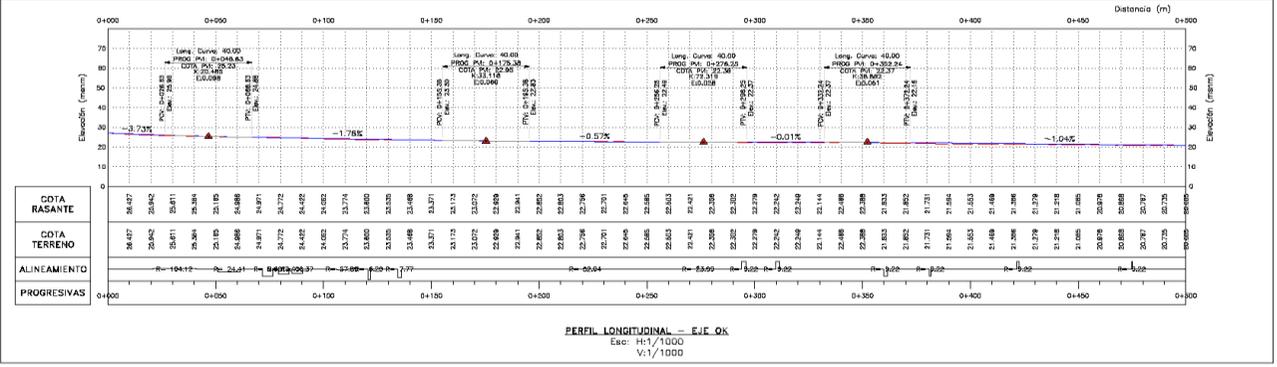
**ANEXO N° 9**

**PLANOS DE LEVANTAMIENTO  
TOPOGRÁFICO**



Estación	Superficie Terreno	Superficie Rasante	Elevación
0+000	25.492	25.492	25.492
0+050	25.842	25.842	25.842
0+100	25.811	25.811	25.811
0+150	25.364	25.364	25.364
0+200	24.686	24.686	24.686
0+250	24.987	24.987	24.987
0+300	24.772	24.772	24.772
0+350	24.432	24.432	24.432
0+400	24.032	24.032	24.032
0+450	23.774	23.774	23.774
0+500	23.800	23.800	23.800

PLANTA  
Esc.: 1/750



PERFIL LONGITUDINAL - EJE OK  
Esc.: H:1/1000  
V:1/1000

**SIGNOS CONVENCIONALES**

- TERRENO NATURAL
- RASANTE PROYECTADO
- EJE DE VIA PROYECTADO
- CURVAS DE NIVEL
- SUPERFICIE TERRENO NATURAL
- ANGULO DE DEFLEXION(°)

**LEYENDA**

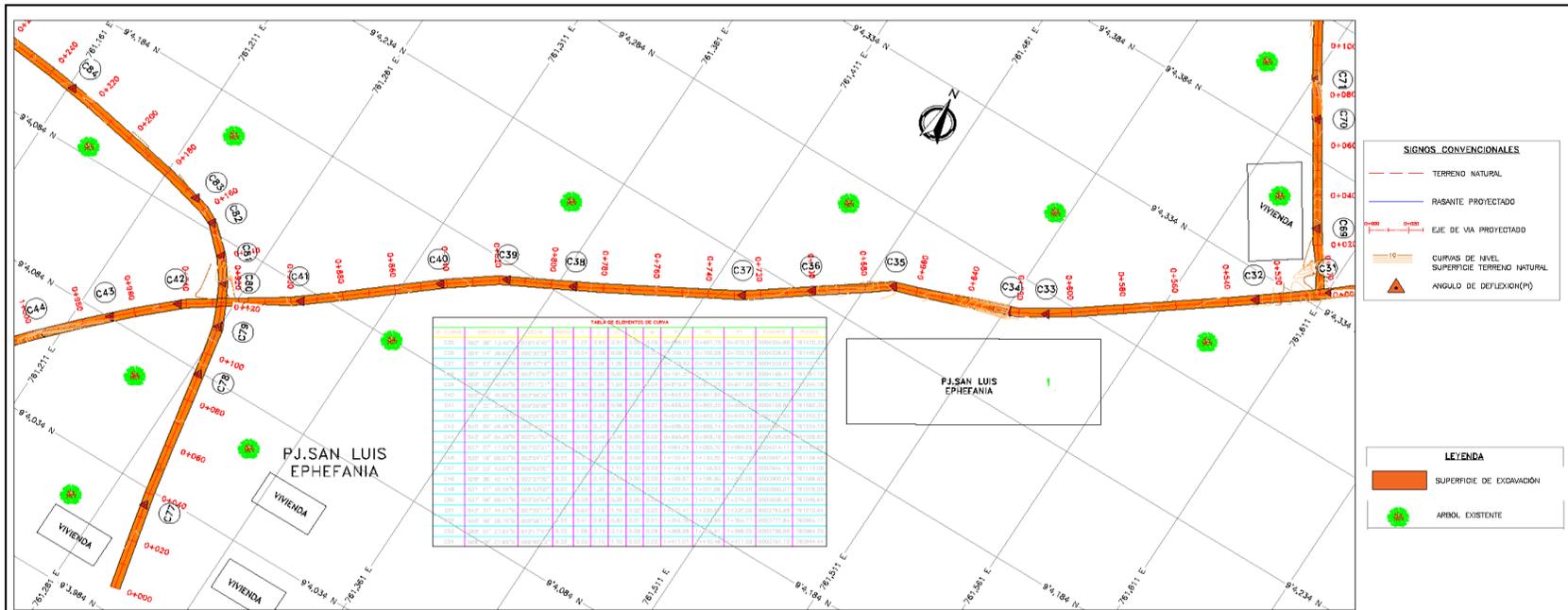
- SUPERFICIE DE EXCAVACION
- ARBOL EXISTENTE

Escala Gráfica	
0.0	10.0 20.0 30.0 40.0 50.0 m
Escala 1:500 A1	
Escala 1:1,000 AS	

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

NO. PLAN	NO. PLANO REF.	NOMBRE PLANO DE REFERENCIA	REV. N°	FECHA	DESCRIPCION
---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---

TRABAJO	PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL	N° PLANO	PP-1
PROG.	PROG. 0+000 A LA 0+500		
CHARGE	M.G.H	ESCALA	INDICADA
		FECHA	Julio, 2019
		1 de 4	



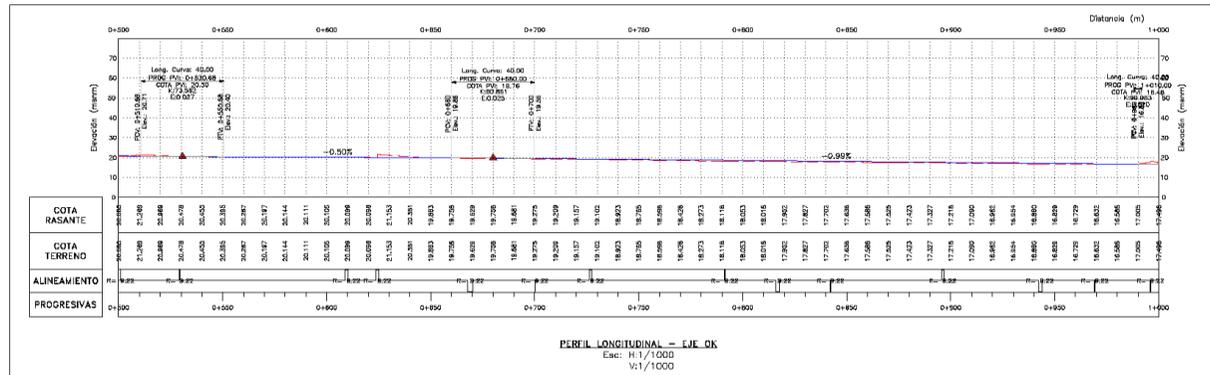
- SIGNOS CONVENCIONALES**
- TERRENO NATURAL
  - RASANTE PROYECTADO
  - EJE DE VIA PROYECTADO
  - CURVAS DE NIVEL
  - ▲ SUPERFICIE TERRENO NATURAL
  - ▲ ANGULO DE DEFLEXION (P)

- LEYENDA**
- SUPERFICIE DE EXCAVACION
  - ARBOL EXISTENTE

**TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA**

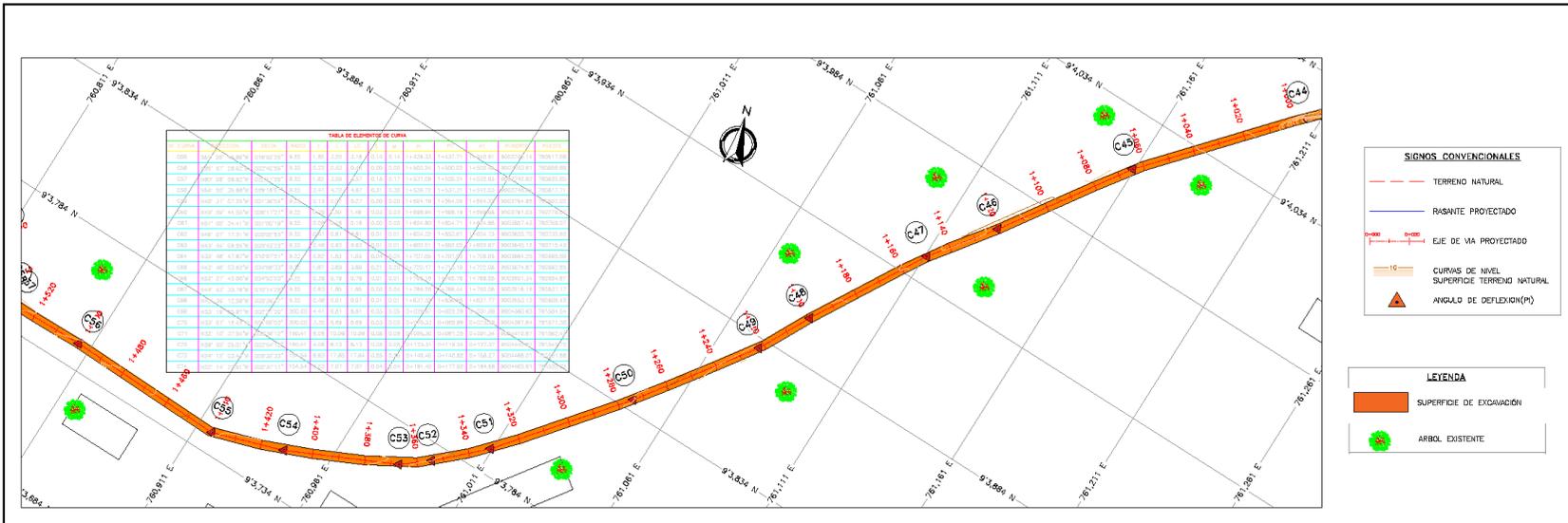
STACION	PC	PT	PI	PC	STACION	PC	PT	PI	PC
0+000	0+000	0+010	0+050	0+100	0+100	0+100	0+110	0+150	0+200
0+200	0+200	0+210	0+250	0+300	0+300	0+300	0+310	0+350	0+400
0+400	0+400	0+410	0+450	0+500	0+500	0+500	0+510	0+550	0+600
0+600	0+600	0+610	0+650	0+700	0+700	0+700	0+710	0+750	0+800
0+800	0+800	0+810	0+850	0+900	0+900	0+900	0+910	0+950	0+1000

PLANTA  
Esc.: 1/1,000



PERFIL LONGITUDINAL - LJE OK  
Esc.: 1/1,000  
V: 1/1,000

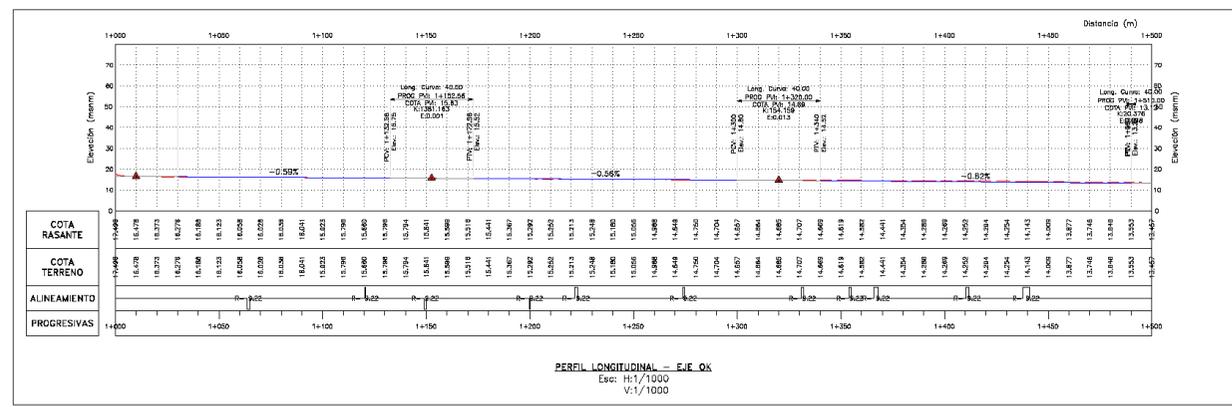
<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b> FACULTAD DE INGENIERIA Escuela Profesional de Ingeniería Civil	NO. PLANO REF.	NOMBRE PLANO DE REFERENCIA	REV. N°	FECHA	DESCRIPCION	TITULO SECTOR MUNICIPIO DISTRITO	NOMBRE DEL PROYECTO "Estabilización de suelos de la red vial vecinal AN 876 con obtención de sodio obtenidos de diferentes salitrones, Distrito de Santa - Arequipa - 2018"	N° PLANO PP-2
	M.V. INGENIERO	RUCVA INGENIERO	FECHA julio, 2018	1 de 2				



ESTACION	PC	PT	PI	PC	ESTACION	PC	PT	PI	PC
1+000	1+000	1+010	1+020	1+030	1+030	1+040	1+050	1+060	1+070
1+050	1+050	1+060	1+070	1+080	1+080	1+090	1+100	1+110	1+120
1+100	1+100	1+110	1+120	1+130	1+130	1+140	1+150	1+160	1+170
1+150	1+150	1+160	1+170	1+180	1+180	1+190	1+200	1+210	1+220
1+200	1+200	1+210	1+220	1+230	1+230	1+240	1+250	1+260	1+270
1+250	1+250	1+260	1+270	1+280	1+280	1+290	1+300	1+310	1+320
1+300	1+300	1+310	1+320	1+330	1+330	1+340	1+350	1+360	1+370
1+350	1+350	1+360	1+370	1+380	1+380	1+390	1+400	1+410	1+420
1+400	1+400	1+410	1+420	1+430	1+430	1+440	1+450	1+460	1+470
1+450	1+450	1+460	1+470	1+480	1+480	1+490	1+500	1+510	1+520

- SIGNOS CONVENCIONALES**
- TERRENO NATURAL
  - RASANTE PROYECTADO
  - EJE DE VIA PROYECTADO
  - CURVAS DE NIVEL SUPERFICIE TERRENO NATURAL
  - ▲ ANGLULO DE DEFLEXION (PI)
- LEYENDA**
- SUPERFICIE DE EXCAVACION
  - ARBOL EXISTENTE

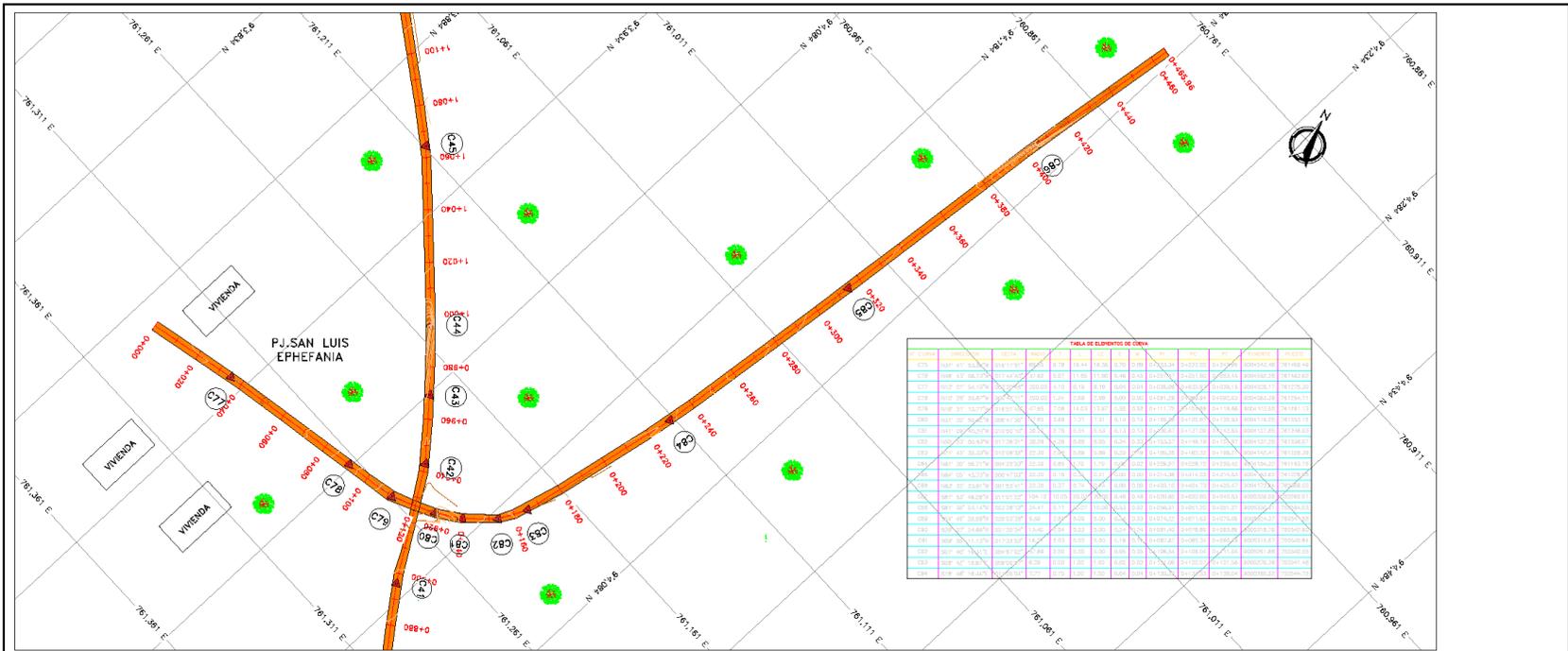
PLANTA  
Esc.: 1/750



0.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	m
Escala 1:500 A1						
Escala 1:1,000 A3						

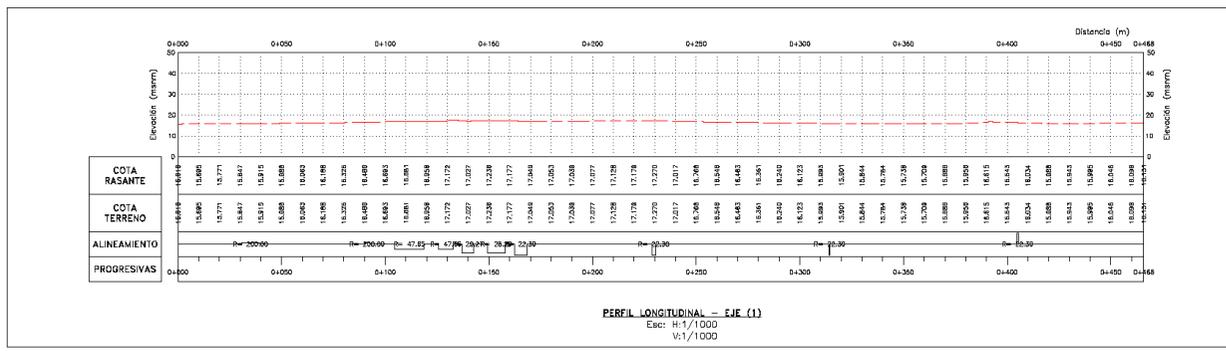
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERIA Instituto Tecnológico de Ingeniería Civil	NOMBRE DEL PROYECTO "Estratificación de suelos de la red vial vial AM-876 con clonura de viedo obtenido de diferentes salveras, Distrito de Santa - Ancash - 2019"					TÍTULO PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL PROG. 1+000 A LA 1+500		Nº PLANO PP-3	
	NOVA5	Nº. PLANO REF.	NOMBRE PLANO DE REFERENCIA	REV. Nº	FECHA	DESCRIPCIÓN	PROFESOR SOL LUIS ESTEFANIA	ESTUDIANTE SANTA	FECHA Junio, 2019





STACION	TIPO DE CURVA	RAIO (m)	ANGULO (gr)	LONGITUD (m)	ORDENADA Y (m)	ORDENADA X (m)	ORDENADA Z (m)
0+000	1	100	90	157.08	0.0000	0.0000	0.0000
0+050	1	100	90	157.08	0.0000	0.0000	0.0000
0+100	1	100	90	157.08	0.0000	0.0000	0.0000
0+150	1	100	90	157.08	0.0000	0.0000	0.0000
0+200	1	100	90	157.08	0.0000	0.0000	0.0000
0+250	1	100	90	157.08	0.0000	0.0000	0.0000
0+300	1	100	90	157.08	0.0000	0.0000	0.0000
0+350	1	100	90	157.08	0.0000	0.0000	0.0000
0+400	1	100	90	157.08	0.0000	0.0000	0.0000
0+450	1	100	90	157.08	0.0000	0.0000	0.0000
0+466	1	100	90	157.08	0.0000	0.0000	0.0000

PLANTA  
Esc.: 1/750

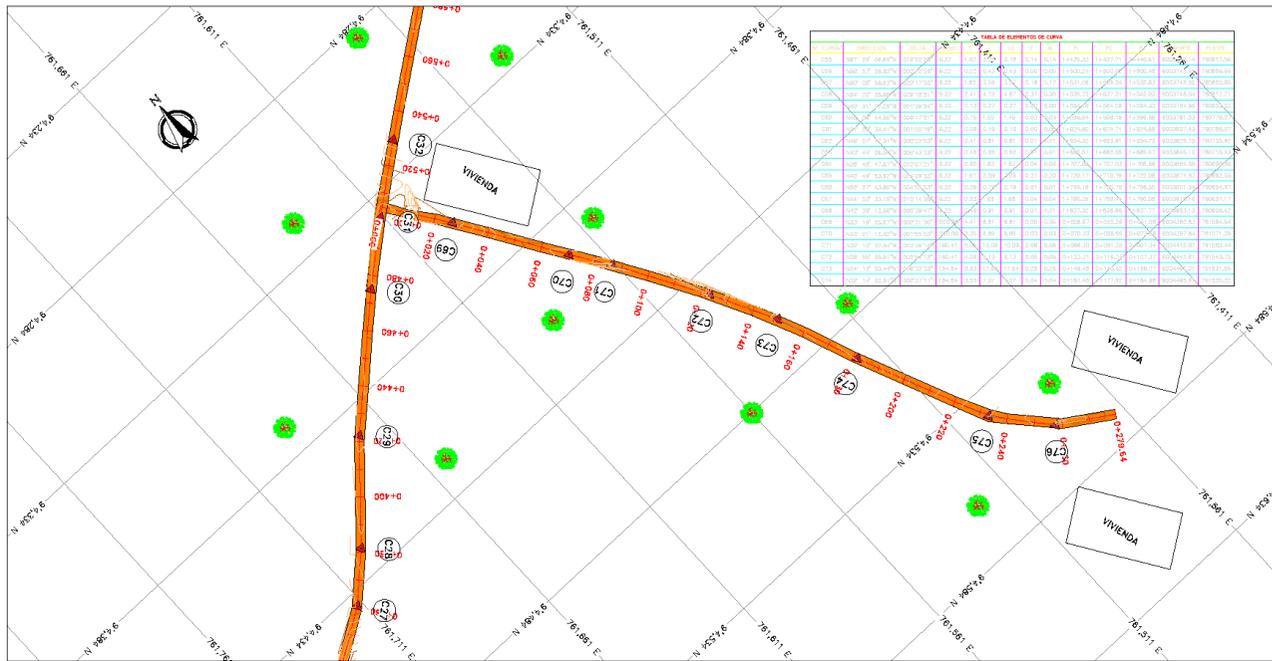


- SIGNOS CONVENCIONALES**
- TERRENO NATURAL
  - PASANTE PROYECTADO
  - EJE DE VIA PROYECTADO
  - CURVAS DE NIVEL SUPERFICIE TERRENO NATURAL
  - ▲ ANGULO DE DEFLEXION(PI)

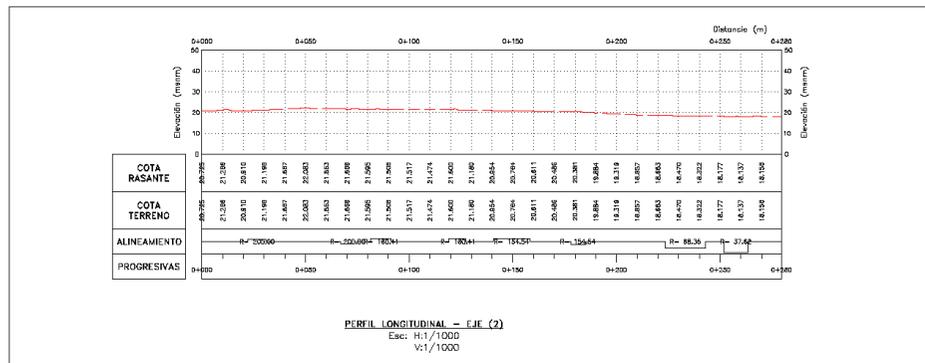
- LEYENDA**
- SUPERFICIE DE EXCAVACION
  - ARBOL EXISTENTE

Escala Gráfica	
0.0	50.0 m
10.0	20.0 m
20.0	10.0 m
30.0	5.0 m
40.0	3.0 m
50.0	2.0 m

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERIA Escuela Profesional de Ingeniería Civil	NOMBRE DEL PROYECTO *Evaluación de suelos de la red vial vecinal AM-876 con cloruro de sodio obtenido de diferentes salineras, Distrito de Santa - Ancaosh - 2019*	NOMBRE DEL PROYECTO PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL PROG. 0+000 A LA 0+466	N° PLANO PP-5	
	SECCION SAN LUIS ESTEFANIA	MUNICIPIO ANCAOSH	ESCALA 1:500	FECHA JUNIO, 2019
NO. PLAN 0045	NO. PLANO REF. ---	NOMBRE PLANO DE REFERENCIA ---	REV. N° ---	FECHA ---
DESCRIPCION ---	MUNICIPIO ANCAOSH	ESCALA 1:1.000	FECHA JUNIO, 2019	N° DE DISEÑO 1 DE 2



PLANTA  
Esc.: 1/750



**SIGNOS CONVENCIONALES**

- TERRENO NATURAL
- RASANTE PROYECTADO
- EJE DE VIA PROYECTADO
- CURVAS DE NIVEL
- SUPERFICIE TERRENO NATURAL
- ANGULO DE DEFLEXION(P)

**LEYENDA**

- SUPERFICIE DE EXCAVACION
- ARBOL EXISTENTE

Escala Gráfica

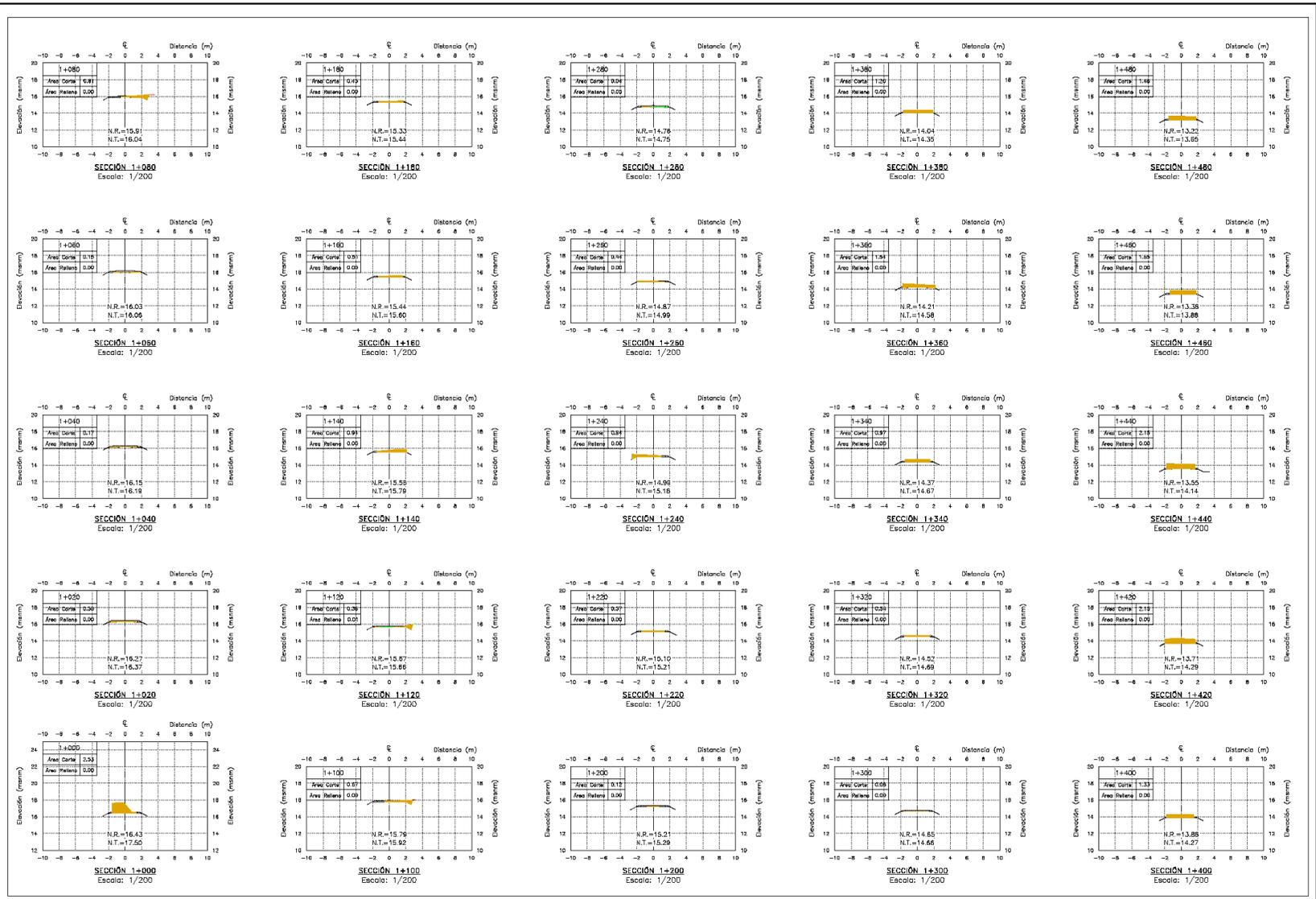
0.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	m
-----	------	------	------	------	------	---

Escala: 1:500 A1  
Escala: 1:1,000 A3

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERIA Escuela Profesional de Ingeniería Civil	NOVA	No. PLANO REF.	NOMBRE PLANO DE REFERENCIA	REV. N°	FECHA	DESCRIPCION	NOMBRE DEL PROYECTO "Calificación de suelos de la red vial vecinal AM-876 con cloruro de sodio obtenido de diferentes salineras, Distrito de Santa - Ancaosh - 2019"	NOMBRE DEL PROYECTO PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL PROG. 0+000 A LA 0+280	N° PLANO PP-6
	AUTOR BEN LUIS ESTEFANIA	DISEÑADOR SANTA	ASESOR ANCAOSH	INSTITUCION SANTA	FECHA JUNIO, 2019	ESCALA 1:500	HOJA 1 DE 2		







UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

NOTAS	No. PLANO REF.	NOMBRE PLANO DE REFERENCIA	REV. N°	FECHA	DESCRIPCIÓN	PROYECTO	ÁMBITO	USUARIO DEL PROYECTO	SECCIONES TRANSVERSALES	N° PLANO
						SECC. SMI LUIS ESTEFANA	PROYECTO SMI/TA	"Establecimiento de curvas de la red vial vecinal AN-876 con clausura de sodio obtenidas de diferentes calzadas, Distrito de Santa - Arecach - 2019"	SECCIONES TRANSVERSALES	SEC-03
						PROFESOR: SANTI	INGENIERO: ANTONIO		ESCALA: 1/200	FECHA: Afo, 2019





# **ANEXO N° 10**

## **ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS**



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS**

Código : F06-PP-PR-02.02  
Versión : 10  
Fecha : 10-06-2019  
Página : 1 de 1

Yo, Mgtr. José Pepe Muñoz Arana docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Chimbote, revisor de la tesis titulada "Estabilización de suelos de la red vial vecinal AN-876 con cloruro de sodio obtenido de diferentes salineras, Distrito de Santa - Ancash - 2019", de los estudiantes Karen Fiorella Eche Oroya y Anderson Klismann Peláez Loyola, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 29% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chimbote, 09 de Julio del 2019

Mgtr. José Pepe Muñoz Arana  
DNI: 32960000

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

**ANEXO N° 11**

**REPORTE DE SIMILITUD**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**29%**

**Match Overview**

**1** Estabilización de suelos de la red vial vecinal AN-876 con cloruro de sodio obtenido de diferentes gabinetes. Distrito de Santa Ana. Arequipa - 2019  
Submitted to Universidad... Student Paper 22%

**2** TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL  
Submitted to Universidad... Student Paper 1%

**3** AUTORES:  
Karen Luareda Eche Oroya (0000-0002-0949-7802)  
repositorio.ucv.edu.pe Internet Source 1%

**4** Anderson Klara Ann Pérez Loyola (0000-0002-2766-1277)  
Submitted to Universidad... Student Paper 1%

**5** ASESOR:  
Magr. **Kerissa Del Roso Fontán** (0000-0002-5336-4786)  
Submitted to Universidad... Student Paper <1%

**6** LINEA DE INVESTIGACIÓN:  
Diseño de Infraestructura Vial  
Submitted to Universidad... Student Paper <1%

*Dig. José Moreno Arana*

**ANEXO N° 12**

**AUTORIZACIÓN PARA LA**

**PUBLICACIÓN**



FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

ECHE OROYA KAREN FIORELLA

D.N.I. : 70169891

Domicilio : CALLE CIRO ALEGRIA MZ. W LT. 15 HUP. JAVIER HERRAUD

Teléfono : Fijo : 043- 294480 Móvil : 985485072

E-mail : fiorella.150395@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

[X] Tesis de Pregrado

Facultad : INGENIERIA

Escuela : INGENIERIA CIVIL

Carrera : INGENIERIA CIVIL

Título : INGENIERIA CIVIL

[ ] Tesis de Post Grado

[ ] Maestría

[ ] Doctorado

Grado : .....

Mención : .....

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

ECHE OROYA KAREN FIORELLA
PELAEZ LOYOLA ANDERSON KLISMANN

Título de la tesis:

Estabilización de suelos de la red vial vecinal AN-876 con cloruro de sodio obtenido de diferentes salineras, Distrito de Santa - Ancash - 2019

Año de publicación : 2019

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis. [X]

No autorizo a publicar en texto completo mi tesis. [ ]

Firma : [Signature]

Fecha : 09/07/2019





FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)
PELAEZ LOYOLA ANDERSON KLISMANN
D.N.I. : 76205934
Domicilio : CASCAJAL IZQUIERDO SECTOR EL AMAUTA
Teléfono : Fijo : 042-288319 Móvil :
E-mail : klismatico10@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:
[X] Tesis de Pregrado
Facultad : INGENIERIA
Escuela : INGENIERIA CIVIL
Carrera : INGENIERIA CIVIL
Título : INGENIERO CIVIL
[ ] Tesis de Post Grado
[ ] Maestría [ ] Doctorado
Grado :
Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:
ECHE OROYA KAREN FIORELLA
PELAEZ LOYOLA ANDERSON KLISMANN
Título de la tesis:
"Estabilización de suelos de la red vial vecinal AN-876
con cloruro de sodio obtenido de diferentes salineras,
Distrito de Santa-Ancash-2019"
Año de publicación : 2019

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,
Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis. [X]
No autorizo a publicar en texto completo mi tesis. [ ]

Firma : [Handwritten Signature]

Fecha : 09/07/2019



**ANEXO N° 13**

**AUTORIZACIÓN DE LA**

**VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO**

**DE INVESTIGACIÓN**



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

---

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

ECHE OROYA, KAREN FIORELLA

---

INFORME TÍTULADO:

ESTABILIZACION DE SUELOS DE LA RED VIAL VECINAL AN - 876 CON CLORURO DE SODIO OBTENIDO DE DIFERENTES SALINERAS, DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2019

---

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

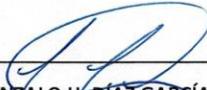
INGENIERA CIVIL

---

SUSTENTADO EN FECHA: 09/07/2019

NOTA O MENCIÓN: 16



  
Mg. GONZALO H. DÍAZ GARCÍA

ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE E.P. INGENIERÍA CIVIL



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

---

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

PELAEZ LOYOLA, ANDERSON KLISMANN

---

INFORME TÍTULADO:

ESTABILIZACION DE SUELOS DE LA RED VIAL VECINAL AN - 876 CON CLORURO DE SODIO  
OBTENIDO DE DIFERENTES SALINERAS, DISTRITO DE SANTA - ANCASH - 2019

---

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

---

SUSTENTADO EN FECHA: 09/07/2019

NOTA O MENCIÓN: 16



  
Mg. GONZALO H. DÍAZ GARCÍA

ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE E.P. INGENIERÍA CIVIL