



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Aplicación de organosilano en el comportamiento físico y
mecánico de la subrasante en la Av. Los Geranios Huaral, 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Hurtado Pasache, Paul Bryan (ORCID: 0000-0003-1327-0344)

ASESOR:

Ing. Benites Zúñiga José Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

El presente informe de investigación está dedicado a mis padres Adolfo y Carmen los cuales me apoyaron y creyeron en mi persona apoyándome en todo momento de estudio, a mi enamorada y en memoria de mis abuelos los cuales siempre guían mi camino.

Agradecimiento

Agradezco principal a la universidad Cesar Vallejo por las enseñanzas y a los docentes los cuales nos brindaron parte de sus conocimientos, así como a mis amigos y futuros colegas los cuales me brindaron su apoyo, consejos y ánimos de avance entre todos nosotros a lo largo de nuestros ciclos estudiados a mis padres por los ánimos brindados y sus consejos, así como al docente temático el Mag. Ing. Benites Zúñiga por su dedicación y esfuerzo al brindarnos la asesoría para poder culminar nuestro trabajo de investigación.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II.MARCO TEÓRICO	5
III.METODOLOGÍA	22
3.1. Tipo y diseño de investigación	22
3.2. Variables y operacionalización.....	23
3.3. Población, muestra y muestreo.....	24
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	25
3.5. Procedimientos	27
3.6. Método de análisis de datos.....	27
3.7. Aspectos éticos	28
IV. RESULTADOS.....	29
V. DISCUSIÓN.....	42
VI. CONCLUSIONES	47
VII. RECOMENDACIONES	49
REFERENCIAS.....	50
ANEXOS	53

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Clasificación de suelos según índice de plasticidad</i>	16
Tabla 2. <i>Clasificación de suelos AASHTO y SUCS.</i>	17
Tabla 3. <i>Signos convencionales para perfil de calicatas – clasificación SUCS</i>	18
Tabla 4. <i>Categorías de subrasante</i>	20
Tabla 5. <i>Numero de calicatas para exploración de suelos</i>	20
Tabla 6. <i>Análisis granulométrico</i>	33
Tabla 7. <i>Distribución granulométrica</i>	34
Tabla 8. <i>Clasificación de suelo</i>	35
Tabla 9. <i>Índice de plasticidad</i>	36
Tabla 10. <i>Humedad optima</i>	37
Tabla 11. <i>CBR</i>	40

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. signos convencionales para calicatas - clasificación AASHO	17
Figura 2. Mapa de la región de lima	29
Figura 4. Mapa de los distritos de Huaral	30
Figura 5. Ubicación del distrito de Huaral	30
Figura 6. Distrito de Huaral.....	31
Figura 8. Clasificación de suelos	33
Figura 9. Clasificación de suelos	33
Figura 10. Límites de consistencia	35
Figura 11. Límites de consistencia	35
Grafico 1. Índice de plasticidad	36
Figura 12. Ensayo proctor modificado	37
Figura 13. Ensayo proctor modificado	37
Grafico 2. Contenido de humedad.....	38
Grafico 3. D.M.S(gr/cm3).....	38
Figura 13. Ensayo CBR.....	39
Figura 14. Ensayo CBR.....	39
Grafico 4. CBR	40
Grafico 5. Índice de plasticidad	43
Grafico 6. Contenido de humedad.....	44
Grafico 7. Máxima densidad seca	45
Grafico 8. CBR	46

Resumen

En la presente investigación se tuvo como objetivo general determinar la influencia de la aplicación organosilano en el comportamiento mecánico y físico de la subrasante con la finalidad de esperar que exista un aumento favorable en cuanto a las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante mejorando la resistencia de la subrasante. En esta investigación aplicada con un diseño experimental con un nivel de investigación explicativa con un enfoque cuantitativo, en la cual mediante la realización de ensayos se pretende encontrar nuevos conocimientos con respecto a la aplicación de organosilanos en la subrasante con el fin de mejorar dicha subrasante. se obtuvieron como resultado que existieron mejoras en el comportamiento físico y mecánico mediante la aplicación de organosilanos en la cual la más favorable fue con la dosificación de 0.18 en la cual se alcanzó un índice de plasticidad de 2.6 en cuanto al ensayo Proctor Modificado se obtuvo un óptimo contenido de humedad de 8.9 y en cuanto al ensayo CBR se alcanzó un CBR al 95% de 12.1 y un CBR al 100% de 16.8. lo cual nos llevó a la conclusión que mediante la aplicación de organosilanos se mejoran las propiedades físicas y mecánicas de las subrasante.

Palabras clave: Subrasante, organosilano, comportamiento físico, comportamiento mecánico, resistencia.

Abstract

The general objective of the present investigation was to determine the influence of the organosilane application on the mechanical and physical behavior of the subgrade in order to expect that there will be a favorable increase in terms of the physical and mechanical properties of the subgrade, improving the resistance of the subgrade. In this applied research with an experimental design with an explanatory research level with a quantitative approach, in which by conducting tests it is intended to find new knowledge regarding the application of organosilanes in the subgrade in order to improve said subgrade. As a result, there were improvements in physical and mechanical behavior through the application of organosilanes, in which the most favorable was with the dosage of 0.18 in which in the consistency limits test a plasticity index of 2.6 was reached in terms of in the Modified Proctor test, an optimal moisture content of 8.9 was obtained and in the California Bearing Ratio test, a 95% CBR of 12.1 and a 100% CBR of 16.8 were achieved. which led us to the conclusion that by applying organosilanes the physical and mechanical properties of the subgrade are improved in terms of resistance.

Keywords: Subgrade, organosilane, physical behavior, mechanical behavior, resistance.

I. INTRODUCCIÓN

Existen distintos problemas en cuanto a las vías y a su subrasante debido a que existen sitios donde estas cuentan con baja resistencia en la implementación de nuevas vías en distintas partes del país aporta directamente a la construcción de buenas formas de vida en las poblaciones más remotas del país, dichas implementaciones viales aportarían distintos beneficios pero existen dificultades en la construcción de las vías una de esas es la baja capacidad portante que se encuentran en los distintos terrenos, según el SIAC en Colombia se observaron la existencia de distintos suelos los cuales poseen la particularidad de tener baja capacidad portante. Parte de la Sabana de Bogotá tiene la peculiaridad de estar geológicamente formados por distintos depósitos de diferentes arcillas por lo que se encuentran en la necesidad de ser mejorados en el mejor de los casos y sustituidos en el peor por suelos con mejor calidad tanto físicas, así como también mecánicas ya que son de suma importancia para ganar una mejor resistencia, siendo de suma importancia el desarrollo del país mediante la implementación de las distintas vías.

El Perú siendo poseedor de una zona denominada selva la cual cuenta con diferentes tipos de suelo, debería enfocarse en la obtención de nuevas vías en todo su territorio siendo una de las principales características a mejorar su calidad debido que al ser poseedores de suelos arcillosos. Siendo esa la razón por la que es de primera necesidad explorar distintas alternativas en cuanto a los materiales y sus aportes en favor a la distintas capas del suelo así como la estructura de la vía y así tratar de disipar los distintos factores de deterioro y otorgar más tiempo de vida, por lo cual, desde el momento de observación del porque se daban la aparición de estas fallas, se busca la adición de distintos productos queriendo soluciones al problema de mejora de las distintos tipos de propiedades de estas. la mejora se debe dar en todo tipo de vías, trochas etc. es necesario distribuir los distintos esfuerzos por carga vehicular de la mejor manera y mediante la mejora de la capa base ya que es de suma importancia, ya que esta absorbe un gran porcentaje los diferentes esfuerzos. Si se desea un funcionamiento óptimo, es necesario una compactación adecuada en algunos casos es necesario implementar mejoras para obtener una mejor resistencia, sin afectar al mismo, y dirigir correctamente los esfuerzos y obtener una mejor

respuesta de estas capas. Lo que se busca es otorgar un soporte óptimo a la estructura vial mediante una buena base granular; en el caso de no ser así, con el paso del tiempo y con las cargas de tránsito se observarían fallas en las vías las más comunes son grietas en las vías por distintos factores, también se observan deterioros en las vías obtenidas por las malas propiedades de los suelos ya sean físicas o mecánicas

Este estudio tiene la finalidad de evaluar el comportamiento desde los distintos ámbitos físico – mecánico mediante la estabilización de la base granular en la av. Los Geranios, Huaral utilizando relaciones de peso ya que el suelo que se encuentra en el lugar es arcilloso lo cual nos dice mediante estudios en laboratorios que posee baja capacidad portante, por lo que se está en constante búsqueda de una solución ya sea un nuevo material para obtener un aumento favorable de sus propiedades, hoy en día existen distintas formas de mejoras de suelos empleando nuevas tecnologías como se plantea en esta investigación, que mediante el uso Organosilano (terrasil) se pretende obtener valores mayores a los del terreno natural. Cuando se habla de suelos con estas características se habla de la composición mediante sus partículas y sus obstáculos que presentan por sus partículas. El empleo de cal en estos suelos es común.

Se sabe que cuando se presentan algún tipo de fallas en las vías se manifiestan a través de grietas debido a la deformación de los suelos arcillosos, siendo este tipo de problemas necesarios de solucionar ya que existen distintos sectores que se constituyen por este tipo de suelos en distintas partes del Perú. Dado estos tipos de problemas se quiere mediante el empleo de nanotecnología a base de organosilano en distintas proporciones y obtener mejoras en la base granular así obtener facilidades para así tratar de evitar los distintos inconvenientes que presentan los suelos arcillosos en un área ya sea reemplazándolos y así disminuir en los costos y ganar una la resistencia de los suelos evitando su reemplazo por material de mejores características en cuanto a su resistencia y otros factores, así también evitar fallas en pavimentos ya sea rígido o flexible debido a las deformaciones debido a la filtración de agua en la base granular de los suelos con presencia de material arcilloso.

El problema general, el cual se formuló es ¿Cómo influye la aplicación de organosilano en el comportamiento mecánico y físico de la subrasante en la Av. los Geranios, Huaral 2020?

Los problemas específicos que se tomaron en cuenta fueron, ¿Cómo influye el organosilano en el índice de plasticidad del suelo a nivel de la subrasante en la Av. los Geranios, Huaral 2020?

¿De qué manera influye el organosilano en el óptimo contenido de humedad del suelo a nivel de la subrasante en la Av. los Geranios, Huaral 2020?

¿Cómo influye el organosilano en la resistencia a nivel de la subrasante en la Av. los Geranios, Huaral 2020?

La **Justificación social** de la investigación nos brinda la disminución en cuanto a los costos y mejoras en los suelos en cuanto a sus propiedades físicas y mecánicas por medio del uso de nanotecnología con los organosilanos además resultarían beneficiado distintos sectores al empleando este aditivo para ganar mejoras en sus comportamientos de los distintos suelos también para investigaciones futuras sería de gran ayuda la información que se brindara y corroborada mediante los ensayos.

La **Justificación práctica** el uso de organosilanos en los suelos sería necesario de emplear, puesto que en las vías futuras se encontrarán con algunas bases granulares de carecen de resistencia y no satisfacen los límites por el MTC, debido a la existencia de distintos sectores que necesitan una mayor resistencia en sus suelos y se podría optar por el uso de este organosilano debido a que proporcionaría mejora en las propiedades de la subrasante.

La **Justificación teórica** en la investigación presente se establece con el propósito de sumar a los distintos conocimientos referentes a la aplicación de organosilanos con distintos porcentajes, el resultado de esto aportaría en las mejoras a los distintos suelos.

La **Justificación metodológica** de la investigación, proporciona una metodología con el fin de evaluar las muestras obtenidas de las tres calicatas mediante ensayos así obtener las características del comportamiento físico y mecánico que experimentan en relación con el organosilano, y así se ayudaría a investigaciones futuras mediante los datos obtenidos brindando la información a los estudiantes cursos relacionados a ese tema y a los ensayos tomados.

El objetivo general, es determinar la influencia de la aplicación organosilano en el comportamiento mecánico y físico de la subrasante en la Av. Los Geranios, Huaral 2020.

Los objetivos específicos, que se obtuvieron fueron. Analizar la influencia del organosilano en el índice de plasticidad del suelo a nivel de la subrasante en la Av. Los Geranios, Huaral 2020.

Analizar la influencia del organosilano en el óptimo contenido de humedad del suelo a nivel de la subrasante en La Av. Los Geranios, Huaral 2020.

Determinar la influencia del organosilano en la resistencia a nivel de la subrasante en Av. Los Geranios, Huaral 2020.

La hipótesis general, planteada como. La aplicación de organosilano influyen en el mejoramiento del comportamiento mecánico y físico en la Av. Los Geranios, Huaral 2020.

Las hipótesis específicas, fueron dadas como. El organosilano influye en el índice de plasticidad del suelo a nivel de la subrasante en la Av. Los Geranios, Huaral 2020.

El organosilano influyen en el óptimo contenido de humedad del suelo a nivel de la subrasante en la Av. Los Geranios, Huaral 2020.

Influye de manera positiva utilizar organosilano en la resistencia a nivel de la subrasante en la Av. Los Geranios, Huaral 2020.

II. MARCO TEÓRICO

Villanueva (2017), presento su investigación para la obtención del grado de maestría *“propuesta de estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrimida anionica, organosilano y un sulfonatado, CASO: PONCOS- KOCHAYOC, departamento de ANCASH”*. La cual tuvo lugar en la universidad Ricardo Palma la cual se presentó y tuvo como **objetivo de investigación** estabilizar los suelos de una vía con dosificaciones de poliacrilamida anionica, derivados de organosilano o sulfonatado dirigido a la composición natural del material de cantera, describiendo los cambios del comportamiento estructural , para lo cual se tuvo trabajar con tres tipos de suelos a los cuales se le aplica tres proporciones de acuerdo al peso (0.02% 0.03% y 0.05 %) por 1m³ en peso es un **estudio de tipo** aplicada y experimental la **población** tomada en esta oportunidad fue un tramo localizado en el departamento de Ancash, para la **muestra** se tomaron tres clases de suelo, en cuanto a los ensayos tomados dieron **resultados** que el organosilano aplicado al 0.05% obtuvo más capacidad portante y que tiene reacciono de mejor manera con grava arcillosa ,con arena (GC). Se **concluye** que algunas características físicas reaccionaron de forma positiva con 0.05% ya que el CBR es 76.7 demostrando un aumento.

Salas (2017), presento la investigación para lograr obtener el título de ingeniero civil *“estabilización de suelos con adición de cemento y aditivo terrasil para el mejoramiento de la base del km 11+000 al km 9+000 de la carretera puno-tiquillaca - mañazo”* la cual se dio en la universidad andina Néstor Cáceres Velázquez esta se tiene como **objetivo de investigación** la estabilización de suelos con cemento y terrasil en la base y así determinar las características físicas y mecánicas. elaborando una comparación referente a las dos muestras, una de 5gr y 10 gr de terrasil a cada kg de suelo se le aplicaron los ensayos de límites de consistencia, compactación de Proctor modificad, CBR, es un **estudio de tipo** aplicada y experimental la **población** una vía Puno-tiquillaca- mañazo en cuanto a los **resultados** mostraron que el CBR al 100% con 5gr de 54.47%, la densidad seca de 5gr y 10 gr fue de 1.87 gr/ cm³ y 1.99 gr/ cm³ en el caso del índice de plasticidad (IP)disminuye con 5 y 10 gr es de 2.59 y 4.07% se **concluye** que 10 gr de terrasil por cada kg de suelo obtuvo mejoras en los ensayos.

Vinueza (2014), presento la tesis para la obtención del título de ingeniero civil con el trabajo de investigación ***“metodología de diseño de micropavimento de bajo costo para suelo tipo limo orgánico arenoso(OL)”***. En la universidad de las fuerzas armadas la cual tendría como **objetivo de investigación** establecer una metodología para lograr un bajo costo en el diseño de micropavimento en suelos de tipo orgánico arenoso empleando las distintas alternativas para obtener un mejor desempeño con organosilanos, cemento, emulsión asfáltica y cal. Dando distintas posibilidades de estabilización para ellos con 1lt de organosilano por 1m³ de material haciéndoles ensayos de Proctor modificado, CBR, compresión simple en 14 y 28 días, **estudio de tipo** aplicada y experimental la **población** es suelos de tipo limo orgánico arenoso dándolo los **resultados** que el valor conseguido es de 49.4% de CBR al 95% , la resistencia obtuvo 14.82kg/cm² a los 28 días de curado .en **conclusión** , se obtuvo que la impermeabilización ganada fue favorable.

Huiza (2019) presento la investigación para la obtención del título de ingeniero civil ***“Mejoramiento de la capacidad de soporte en vías de bajo volumen de tránsito mediante estabilización química, carretera puquio - Coracora, Ayacucho”*** en la universidad de ingeniera la cual tuvo como **objetivo de investigación** determinar las mejoras en las características estructurales de los pavimentos en vías de bajo volumen de tránsito, mediante aditivos químicos (terrasil y proes) con 0lt ,0.05lt y 1lt por 1 m³ en 7, 15 y 30 días aplicaron los ensayos de CBR **estudio de tipo** aplicada y experimental la **población** fueron las vías en la carretera Ayacucho en cuanto a los **resultados** en un 115% al 100% de la máxima densidad seca y con 1lt de terrasil en 7 días , 120% al 100% en 30 días, 128% al 100% con 1% de cemento más 0.5lt/m³ de terrasil en 7 días y 134% al 100% con la misma dosificación a la anterior en 30 días de curado se **concluye** la sustancia a base de organosilanos brinda mejoras incrementando el CBR.

Sarango (2019), presenta la investigación con el fin de obtener el título de master en geotecnia aplicada, titulado ***“Estabilización de capas granulares para construcción y mantenimiento vial con organosilanos en la vía colectora E182(Carchi)”***. La cual tuvo lugar en la universidad central de ecuador, la cual

tiene como **objetivo de investigación** el estabilizar una longitud de un tramo que tiene de 1600m, determinando el módulo de resiliente, así como indicar los aumentos que obtuvo en las características físicas (CBR, RCS, permeabilidad, capilaridad, desgaste a la abrasión y sulfatos), en muestras con (0.5 kg, 0.25 kg, 0.35 kg por 1m³ de organosilano +1% cemento), fue un **estudio de tipo** aplicado y experimental, se cuenta como **población** la provincia de Carchi para la **muestra** se constituyó por 4 calicatas las cuales nos brindaron **resultados** CBR es 12.3% a 33.3% denotando un incremento, en la compresión simple incremento a 83.7% se **concluye** el empleo de los dos productos obtuvo mejores resultados.

García (2015), para obtener el título profesional de ingeniero civil presento *“comparación de los efectos de diferentes métodos de estabilización de subrasantes en arcilla bogotanas”*. De la universidad de los Andes. Siendo el **objetivo de investigación** determinar el impacto que de nuevos métodos de estabilización de subrasante mediante el uso de cal, nanotecnología y polímeros en esta investigación se usaron distintos porcentajes 3% de cal, el 0.5% kg de terrasil por cada metro cubico y 1 % de cemento portland en el caso del polímero se empleó TX-85 se empleó 1 dosis de 2.1 L por cada metro cubico, 2% de cal y 2% de cemento portland , fue un **estudio de tipo** aplicado y experimental, la **población** de estudio fue una autopista al norte de Bogotá los **resultados** que se obtuvo dieron valores de modulo en rangos de entre 3000 kg y 5000 kg/cm², el CBR subió en 15% comparándolo al suelo estabilizado con cal. Se **concluye** se necesita emplear distintos métodos que permitan aumentar la relación de soporte.

Rodríguez (2016), presento el trabajo de investigación para la obtención del título de ingeniero civil denominada *“Análisis comparativo de la compactación y humedad de la subrasante natural y la subrasante utilizando productos químicos biodegradables (terrasil), de la vía ecológica del cantón Quevedo, provincia de los ríos”*. En la universidad técnica de Ambato estableciendo como **objetivo de investigación** analizar la subrasante con terrasil para emplearse como alternativa de material, usando distintos porcentajes y haciendo comparaciones de los resultados de 0.5 lt en 7.87 lt de

agua fue un **estudio de tipo** aplicado y experimental la **población** fue ubicada en Quevedo con 3822m de longitud, tomando 9 **muestras** usando ensayos de límites de Atterberg abscisa ,CBR , densidad de campo se obtuvo como **resultados** que hubo un incremento del 25% en su compactación ,3.98 % en humedad con un tiempo de un día y con 1 semana hubo 14 % y de humedad 27.86% se **concluye** la impermeabilidad fue uno de puntos de los cuales mejoraron junto con su resistencia.

Clemente & Ramírez (2019), presentaron la tesis para la obtención del título de ingeniero civil *“análisis comparativo de la estabilización del material de cantera “la negrita” utilizando cemento, terrasil, zycobond”* la cual se dio en la universidad estatal península de Santa Elena en la cual se tuvo como **objetivo de investigación** estabilizar el material de cantera empleando cemento, terrasil y zycobond para así poder evaluar la capacidad portante, haciendo análisis técnico de los elementos de estudio para, el suelo + cemento + terrasil, también se usó 2% de cemento y 0.75 kg/m³ de terrasil, también suelo + de 2% de cemento , 0.3 kg/m³ de terrasil y 0.75 kg/m³ de zycobond fue un **estudio de tipo** aplicado y experimental , la **población** de estudio fue la cantera “la negrita” para **la muestra** se tomaron 2 tipos de suelos a las cuales se realizaron estudio de suelos , granulometría , abrasión de los ángeles, límites de Atterberg , CBR, en cuanto a los **resultados** se obtuvo que la capacidad portante de suelo con terrasil tuvo 85.40% del CBR del 95% de la densidad seca máxima **concluye** que los materiales que se adicionaron dieron resultados positivos siendo la más óptima la de 0.3kg/m³ de terrasil.

Quilambaqui (2017), presento trabajo para la obtención del grado de magister denominada *“evaluación del diseño vial urbano utilizando resinas orgánicas para aumentar la capacidad soportante de la estructura vial”* de la universidad de cuenca en la cual tuvo como **objetivo de investigación** determinar la solución de estructura vial mediante la estabilización de subrasante usando resinas orgánicas empleando ensayos de CBR, granulometría, contenido de humedad plasticidad , prueba de compactación con adición de (0.5, 1.0, 1.5)kg/m³ de terrasil, fue un **estudio de tipo** aplicada y experimental la **población** fueron las calicatas ubicadas en las minas para la **muestra** fueron 4

las mezclas empleando el terrasil, en cuanto a los **resultados** se observa un CBR hasta en 57.50 % y 75.5 %, en las muestras en **conclusión** los CBR aumentan y que dicho incremento va desde el 14% al 82.5%.

Olumuyiwa and Emeka (2017) in their research article entitled "***Stabilization of lateritic soil with terrasil solution***" from the journal of civil engineering. In this research they have as an **objective research** study to evaluate the stabilization of the lateritic soil with a terrasil solution with 0% to 1.6% to 2%, the **instruments** are the test of engineering property, such as the California Bearing Ratio (CBR), unconfined compressive strength (UCS) and compaction tests. The **main results** were that CBR values increased from 8.4% to 30.3% with 1.6 of terrasil applied, CBR increased from 6.2% to 32.0% with 2% terrasil solution. It was **concluded** that the terrasil solution serves as a cheap and effective stabilizing agent for poor soils.

Tharuna, Ravichandran and Krishnan (2018) in their research article entitled "***Efficiency of nanomaterial used as soil stabilizer***" from the journal of mines, metals and fuels that have as a **research objective** soil stabilization to improve soil resistance and durability with chemical additives, for use on roads. In search of an alternative form of new additives include nanomaterials (Terrasil and Zycobond). It can be mixed with water with an optimal moisture content and then sprayed or mixed on the ground and compacted. They are used to stabilize the soil. Cured for 3, 7, 14 and 28 days. seeing the effect of the dosage in different periods. The **main results** say that the resistance of the soil has increased. It was **concluded** that nanomaterials are used to improve soil properties.

Karumanchi, Nerella & rangaswamy (2020) in their research article entitled "***stabilization of soft clay using nanomaterial: terrasil***" of today's materials: procedures that have the **objective of research** to improve the performance of materials treating it with nanomaterial. yields such as the compressibility and permeability of the clay. the different doses of Terrasil increase positively. The **main results** demonstrate that the soil combinations obtained better parameters of resistance to permeability, compaction and consolidation. They carried out tests of resistance to unconfined compression (UCS). They were **concluded** the

optimal dose of chemical product corresponding to the addition of chemical products.

Organosilanes are a new line of chemical products that are made up of atom bonds which are made of silicon and a carbon atom which are assimilated to some hydrocarbons either by their direct bonds.¹

Los organosilanos pertenecen a una nueva tecnología basa en la unión directa de átomos tanto de silicio y carbono por lo que se les denomina productos químicos monoméricos.

Organosilanes have different contributions in different fields such as natural chemistry, in medicines and serve in organic synthesis thanks to their chemical composition and nanoparticles.²

Los organosilanos conocidos nano partículas que se emplean en distintos campos como la medicina en la creación de productos farmacéuticos y ciencias de los materiales gracias a su composición química.

Organosilanes possess better properties within organometallic species and have the characteristics of having less toxicity with easy use because they are flexible nucleophiles.³

Los organosilanos a diferencia de muchos en su especie de organometálicas poseen mejores características como ser menos tóxicos y son fáciles de manejar ya que son nucleófilos flexibles.

Comportamiento mecánico son relaciones de esfuerzos junto con deformación más las relaciones de vacíos la cuales tienen límites como su grado de

¹ (KARBHARI, 2014)

² (PEREZ, 2016)

³ (BASILE, y otros, 2019)

saturación las cuales presentan cambios dependiendo la estructura de las partículas que poseen.⁴

Comportamiento mecánico cambios que presentes las propiedades de todo tipo de material dependiendo de partículas ,las cuales son esenciales ya que de eso depende las variaciones y sus aplicaciones en distintos trabajos.⁵

Comportamiento mecánico se presentan en distintas formas dependiendo de su masa en los suelos la relación que se presenta es de esfuerzo con deformación la cual mediante los esfuerzos presentan distintos comportamientos.⁶

Comportamiento físico en los suelos se manifiesta mediante la permeabilidad al ser más permeable se presentan más cambios físicos ya que es más susceptible a tener más disminución en sus propiedades.⁷

Comportamiento físico enfocado en el suelos, son participantes directos del movimiento de aire, calor, agua mediante sus propiedades presente las distintas materias.⁸

Comportamiento físico es el cambio que se presentan dependiendo el tipo de material del cual se componen los cuales se constatan mediante los cambios dependiendo de la naturaleza de sus partículas.⁹

Contenido de humedad es la proporción del agua absorbida por cualquier tipo de material la cual cuando se dilata se evidencia mediante cambios en la resistencia .¹⁰

⁴ (RICO Rodriguez, y otros, 2006 pág. 208)

⁵ (LYALL, 1983 pág. 91)

⁶ (JUAREZ Badillo, 2002 pág. 21)

⁷ (SANCHES, 1981 pág. 99)

⁸ (SANCHES, 1981 pág. 100)

⁹ (THOMPSON, y otros, 2002 pág. 53)

¹⁰ (LYALL, 1983 pág. 90)

Contenido de humedad es el agua que se ubica dentro en un material la cual mediante distintos procesos se establece la cantidad de elemento húmedo que contiene.¹¹

Contenido de humedad cantidad de agua en un material la cual se ve afectado dependiendo en grado de porcentaje, la cual presenta cambios a mayor grado en capacidad de carga, la cantidad de cambios se observa mediante la contracción y expansión de estos.¹²

El óptimo contenido de humedad es el porcentaje de agua necesario el cual frena el flujo del aire y del agua la cual reacciona de forma favorable otorgando una resistencia adecuada.¹³

El óptimo contenido de humedad se manifiesta de forma favorable siendo ligeramente menor al límite plástico otorgando mejor compactación.¹⁴

El óptimo contenido de humedad es de suma importancia y se determina mediante una curva de compactación para obtenerlo junto con su máximo peso unitario.¹⁵

Resistencia presente en todo material expresado como desgaste la cual se observa mediante una fuerza compresiva y por los distintos tipo de daño que se presenten.¹⁶

Resistencia enfocado a los suelos un CBR ayuda a establecer estos valores junto con la humedad y densidad de estos para así determinar el índice de resistencia.¹⁷

¹¹ (MINISTERIO, 2018 pág. 8)

¹² (Propiedades físicas de suelos desarrollados sobre margas eocenas en la valanchade jaca, 2013 pág. 7)

¹³ (CORPORACION Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2005 pág. 34)

¹⁴ (MINISTERIO, 2018 pág. 109)

¹⁵ (MINISTERIO , 2006)

¹⁶ (ADDLESON, 2009 pág. 91)

¹⁷ (MINISTERIO , 2016 pág. 105)

La resistencia dependiendo del tipo de estructura de las materias en cuanto a sus partículas y a su relación entre estas partículas junto con sus reacciones.¹⁸

Estabilización de suelos es la forma en la que se busca implementar materiales, para obtener una mejor respuesta en sus propiedades para cumplir con las normas del MTC para suelos aceptables se emplean cal, aditivos, cemento, etc.¹⁹

Aditivo material químico empleado el cual otorga distintos cambios propiedades al usarse en un material.²⁰

Terrasil componente químico considerado aditivo el cual se constituye con organosilanos en un porcentaje de 100%, la cual brinda mejoras en las características del material tanto en permeabilidad como expansión empleado para la estabilización lo cual se observa en la ficha técnica ubicada en los anexos.²¹

Calidad del suelo depende de las partículas presentan mejores o peores cambios en lo físico así como en lo químico y sus reacciones los cuales son los parámetros de categorización.²²

La **Subrasante** es parte del terreno natural la cual tiene categorizaciones junto con soluciones para las que tengan baja categorización mediante estabilización para ser aptos de empleo.²³

La **subrasante** dependen de sus características para ser usados cuando se construyen los distintos tipos de pavimentos los cuales se deben a su estabilidad y soporte para su empleo ya u es soporte natural o modificado.²⁴

¹⁸ (RICO Rodriguez, y otros, 2006 pág. 217)

¹⁹ (MINISTERIO, 2018 pág. 107)

²⁰ (MINISTERIO, 2018 pág. 3)

²¹ (OPTIMASOIL, 2014)

²² (USDA, 1999)

²³ (MINISTERIO, 2018 pág. 46)

²⁴ (AASHTO, 1993 pág. 4)

Los parámetros determinantes en la respuesta de la Subrasante depende del comportamiento que tienen los cuales se hallan mediante de ensayos.²⁵

La capacidad portante es la respuesta a las cargas recibidas, son diferentes dependiendo del tipo de suelo mediante su humedad y densidad se desea que no presenten deformaciones.²⁶

Densidad relacionada directo con la relación de vacíos que contienen los materiales.²⁷

Plasticidad considerada deformaciones que tienen algunas materias las cuales tienen límites se obtienen a través de los límites de Atterberg.²⁸

Permeabilidad relacionada con los vacíos que presentan las materias mediante su estructura como de otras propiedades.²⁹

Absorción característica que tienen algunos materiales los cuales pueden retener líquidos en su estructuras dependiendo de su permeabilidad.³⁰

Humedad natural característica importante en los suelos ya que expresa la humedad que contiene junto con su resistencia dependiendo del tipo de material.³¹

Contracción y/o expansión dependiendo de la composición de sus estructuras presentan estos dos cambios dependiendo de otros factores como humedad, plasticidad, es de suma necesidad optimizar en este aspecto para no tener problema a futuro en cuanto al a pavimentación.³²

²⁵ (RAMON Voz, 2013 pág. 7)

²⁶ (RAMON Voz, 2013 pág. 7)

²⁷ (CRESPO, 2005)

²⁸ (MINISTERIO, 2018 pág. 8)

²⁹ (RICO Rodriguez, y otros, 2006 pág. 210)

³⁰ (CRESPO, 2005 pág. 36)

³¹ (MINISTERIO, 2018 pág. 33)

³² (Propiedades físicas de suelos desarrollados sobre margas eocenas en la valanchade jaca, 2013 pág. 7)

Suelos expansivos los volúmenes experimentan cambios debido a factores externos , en algunos como los suelos arcillosos sus propiedades junto a factores externos presentan expansión en contacto con agua.³³

Arcillas son tipo de suelos los cuales presentan propiedades de expansión poseen poca resistencia.³⁴

Límites de consistencia del suelo es la unión de un suelo con un cierto porcentaje de agua en distintas cantidades tanto excesivas como mínimas las cuales se ven reflejado cuando el suelo se vuelve un material más plástico, semisólido o solido dependiendo del agua que contiene también se entienden como el Límite plástico (PL) y el límite de contracción (SL), respectivamente.³⁵

Los **Límites de Atterberg** se dan mediante el comportamiento que tiene un suelo, relacionado mediante su contenido de humedad, dando como resultado los límites dependiendo de su consistencia por su humedad. se miden mediante la cohesión del suelo con:

el límite líquido (LL, según ensayo MTC EM 110).

el límite plástico (LP, según ensayo MTC EM 111).

el límite de contracción (LC, según ensayo MTC EM 112).³⁶

Límite Líquido (LL), es la cualidad del suelo en el cual se pasa de estado semilíquido a un estado plástico. ³⁷

Límite Plástico (LP), es cuando el suelo presenta poca resistencia y tiende a romperse. ³⁸

³³ (ZEPEDA.A, 1989 pág. 30)

³⁴ (MINISTERIO, 2018 pág. 4)

³⁵ (BRAJA. D, 1999 pág. 15)

³⁶ (MINISTERIO, 2018 pág. 36)

³⁷ (MINISTERIO, 2018 pág. 36)

³⁸ (MINISTERIO, 2018 pág. 36)

El **índice de plasticidad** depende de la humedad de los tipos de suelo para consolidarse un IP grande es de una arcilla y n IP mínimo es el de poco arcilloso.³⁹

El **índice de plasticidad** es la diferencia que existe entre el limite liquido con el limite plástico los cual se da en porcentajes.⁴⁰

El **índice de plasticidad** es el nivel en el cual es suelo logra tener un comportamiento plástico.⁴¹

La **clasificación del índice de plasticidad** son la clasificación que se le da según su plasticidad que va desde no plástico hasta alta y también en base a sus características las cuales van de suelos muy arcillosos hasta suelos exentos de arcillas .⁴²

Tabla 1. Clasificación de suelos según índice de plasticidad

Índice de plasticidad	Plasticidad	Característica
IP ≥ 20	Alta	Suelos muy arcillosos
IP < 20 IP ≥ 7	Media	Suelos arcillosos
IP < 7	Baja	Suelos poco arcillosos plástico
IP = 0	No plástico (NP)	Suelos exentos de arcillas

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones

Clasificación de los suelos se basa tanto en la categorización de suelos mediante sus propiedades y características las cuales se basan en la norma AASHTO M-145 y ASTM-D-2487. ⁴³

³⁹ (MINISTERIO, 2018 pág. 37)

⁴⁰ (CRESPO, 2005 pág. 78)

⁴¹ (RAMON Voz, 2013 pág. 102)

⁴² (MINISTERIO , 2016 pág. 78)

⁴³ (MINISTERIO, 2018 pág. 39)

Por lo que se da la siguiente relación entre la clasificación de dos sistemas, la correlación ASTM (SUCS) y AASHTO:

Tabla 2. Clasificación de suelos AASHTO y SUCS.

Clasificación de Suelos AASHTO AASHTO M-145	Clasificación de Suelos SUCS ASTM-D-2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A - 2	GM, GC, SM, SC
A - 3	SP
A - 4	CL, ML
A - 5	ML, MH, CH
A - 6	CL, CH
A - 7	CH, MH, CH

Fuente: Ministerio de transporte y comunicación

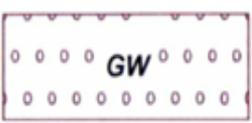
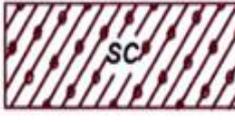
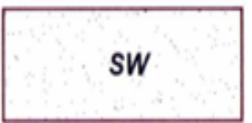
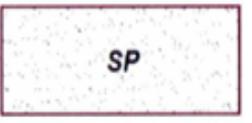
Descripción de los suelos en cuanto a ello se describen tanto en su simbología como en su clasificación la cual se establecen por AASHTO y SUCS respectivamente.⁴⁴

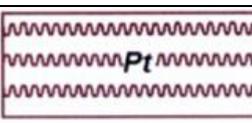
Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A - 1 - a		A - 5
	A - 1 - b		A - 6
	A - 3		A - 7 - 5
	A - 2 - 4		A - 7 - 6
	A - 2 - 5		Materia Orgánica
	A - 2 - 6		Roca Sana
	A - 2 - 7		Roca Desintegrada
	A - 4		

Figura 1. signos convencionales para calicatas - clasificación AASHO

⁴⁴ (MINISTERIO, 2018 pág. 29)

Tabla 3. Signos convencionales para perfil de calicatas – clasificación SUCS

	Grava bien graduada mezclas, grava con poco o nada de material fino, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con poca plasticidad muy bajo
	Grava mal graduada, mezcla de arena grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena – arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcilla o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava arena arcilla, grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños intermedio		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedios		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micácea o diatometacea, limo elástico

	Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa
	Arcilla orgánica de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico
	Turba, suelo considerablemente orgánico

Fuente: Ministerio de transporte y comunicaciones

Dosificación proporción a emplear un producto en algo o alguien. ⁴⁵

Los **ensayos de laboratorio** procesos mediante el cual se obtienen la información de las características y reacciones de algunos elementos desarrollados de acuerdo a manuales como el Manual de Ensayo de Material para Carreteras del MTC (vigente).⁴⁶

Análisis Granulométrico, MTC E 204, AASHTO T 88, ASTM D 422.⁴⁷

Se establece esta norma para la granulometría en la muestra dada.

Límites de Consistencia, MTC E110/111, AASHTO T 89, ASTM D 4318⁴⁸

para obtener límites líquidos, límites plástico y índice de plasticidad.

Contenido de Humedad, MTC E 108, ASTM D 2216.⁴⁹

Para saber contenido de humedad del suelo.

Proctor Modificado, MTC E 115, AASHTO T 180, ASTM D 1557.⁵⁰

Para la relación Densidad- Humedad para la compactación con el OCH

Capacidad de soporte (CBR), MTC E 132, AASHTO T 193, ASTM D 1883.⁵¹

En la norma para obtener la capacidad de soporte

⁴⁵ (RAE, 1993)

⁴⁶ (MINISTERIO, 2018 pág. 55)

⁴⁷ (MINISTERIO, 2018 pág. 38)

⁴⁸ (MINISTERIO, 2018 pág. 38)

⁴⁹ (MINISTERIO, 2018 pág. 38)

⁵⁰ (MINISTERIO, 2018 pág. 38)

⁵¹ (MINISTERIO, 2018 pág. 38)

Categorías de subrasante el CBR permite medir por la penetración la resistencia.⁵²

Tabla 4. Categorías de subrasante

Categorías de Subrasante	CBR
S0 : Subrasante Inadecuada	CBR <3%
S1 : Subrasante Pobre	De CBR ≥3% A CBR < 6%
S2 : Subrasante Regular	De CBR ≥6% A CBR < 10%
S3 : Subrasante Buena	De CBR ≥10% A CBR < 20%
S4 : Subrasante Muy buena	De CBR ≥20% A CBR < 30%
S5 : Subrasante Excelente	De CBR ≥30%

Fuente: Ministerio de transporte y comunicaciones

La **Caracterización de la subrasante** es uso para la determinación de las propiedades de la subrasante siendo las físicas y mecánicas ,para la que se determinan mediante la ejecución de pozos exploratorios, la cual estará dada de en la tabla 4.⁵³

Tabla 5. Numero de calicatas para exploración de suelos

Tipo de carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	Las calicatas se ubicaran longitudinalmente

⁵² (MINISTERIO, 2018 pág. 7)

⁵³ (MINISTERIO, 2018 pág. 30)

Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	y en forma alternada
Carreteras De Primera Clase: Carreteras Con Un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • 4 calicatas x km 	Las calicatas se ubicaran longitudinalmente y en forma alternada
Carretera de segunda clase : carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • 3 calicatas x km 	
Carreteras de tercera clase: carretas con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • 2 calicatas x km 	
Carreteras de bajo volumen de tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • 1 calicata x km 	

Fuente: Ministerio de transporte y comunicaciones

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El **diseño de investigación** viene siendo experimental dado que existe una problemática la cual da paso a una interrogante donde se establece una hipótesis, en la cual se recolecta datos o resultados productos de la experimentación dando unas ciertas conclusiones dando confirmación de la hipótesis o dando resultados contrarios a la hipótesis.⁵⁴

Los **cuasi - experimentales** se consideran como una alternativa a los experimentos de asignación aleatoria.⁵⁵

Es experimental en este trabajo, de forma cuasi - experimental, en la cual se manifiesta exposición, respuesta e hipótesis, realizando toma de datos más de una vez, La cronología es prospectiva, porque se recolectaron los datos después de haber planificado el estudio y efectuando la mezcla de la subrasante con organosilanos.

El **tipo de investigación** viene siendo una serie de distintos pasos ordenados los que se enfocan en analizar al problema el avía sido observado los cuales necesitan ser solucionados, para dar respuestas positivas o negativas de la hipótesis.⁵⁶

En esta investigación se presenta el tipo aplicada ya que tiene un diseño experimental, la cual trata de obtener conocimientos a partir del uso de problemas finalizando en hallazgos tecnológicos, en la esta investigación se conforma por la aplicación organosilano en la subrasante la cual se realizará en el laboratorio.

⁵⁴ (ARIAS, 2012 pág. 34)

⁵⁵ (COOK, y otros, 1986 pág. 29)

⁵⁶ (HERNANDEZ Sampieri, y otros, 2014 pág. 4)

El **nivel de investigación** explicativa se da cuando en las dos variables, las cuales presenta una causa y efecto, así como el enlace entre estas corroborando o negando la hipótesis.⁵⁷

Se establece que en esta investigación es explicativo dado que mediante la aplicación de organosilanos se ve el efecto generado en el comportamiento mecánico y físico, donde se determinará el porcentaje óptimo de organosilano que se utilizará en la subrasante siendo esta la causa de los comportamientos físico y mecánico, siendo parte de una investigación cuantitativa.

El **enfoque de la investigación** se da en tres tipos cuantitativo, cualitativo o mixto, en el cual en el enfoque cuantitativo se busca analizar en función a la hipótesis las cuales se formularon y corroboraran mediante ensayos.⁵⁸

Se consideró como enfoque cuantitativo ya que mediante la recolección de datos se trata de comprobar la hipótesis establecida.

3.2. Variables y operacionalización

La **variable independiente** es la que recibe las modificaciones las cuales las establece el experimentador las cuales se manifestaran mediante cambios en la otra variable.⁵⁹

En este trabajo de investigación se tomó a la aplicación de organosilano como variable independiente

La **Variable dependiente** se denomina a la variable que sus cambios o variaciones se aprecian y a las cuales se le intenta explicar o describir.⁶⁰

Se consideró en este caso al comportamiento mecánico y físico de la subrasante en la Av. los Geranios, Huaral.

⁵⁷ (ARIAS, 2012 pág. 26)

⁵⁸ (GOMEZ, 2006 pág. 85)

⁵⁹ (PINTO, 2010 pág. 134)

⁶⁰ (GARRIDO Luque, y otros, 1995 pág. 23)

3.3. Población, muestra y muestreo

La **población** es el conjunto de todas las personas (aparatos, seres humanos, documentos, información, eventos, agencias, situaciones y muchos otros) para investigar. La población es el conjunto de temas o cosas que tienen una o más residencias en un lugar común, se encuentran en un espacio o territorio y varían a lo largo de los años.⁶¹

En esta investigación la población se verá representada por la avenida Los Geranios dicha avenida se encuentra ubicada en el distrito de Huaral y cuenta con 7km.

La **muestra** es un subgrupo de la población que tiene que definirse o delimitarse de antemano con precisión, este deberá ser representativo de dicha población”.⁶²

En esta investigación la muestra será tomará y se verá representara por los kilómetros 5, 6 y 7 que conforman la avenida en estudio los Geranios ubicada en Huaral.

El **muestreo** es el método que se usa para elegir los mecanismos de la muestra total de la población”.⁶³

El **muestreo** no probabilístico se define “Subgrupo de la población en la que la elección de los elementos no depende de la probabilidad sino de la elección del investigador.”⁶⁴

En este proyecto se empleará el muestreo no probabilístico por conveniencia, por lo que se harán dos calicatas ubicados dentro los kilómetros 5, 6 y 7 de la Av. Los Geranios Huaral a las cuales se le observa los cambios que experimenten en el comportamiento físico y mecánico mediante los distintos ensayos.

⁶¹ (Vara Horna, 2015 pág. 221)

⁶² (HERNANDEZ Sampieri, y otros, 2014 pág. 173)

⁶³ (MATA, 1994 pág. 19)

⁶⁴ (HERNANDEZ Sampieri, y otros, 2014 pág. 176)

La **Unidad de analisis** son aquellas unidades de observacion que , seleccionadas de antemano , y reconocida por los obserbadores de campo. ⁶⁵

En esta investigacion las unidad de analisis son las calicatas que se realizaran ya ue son el obeto de estudio

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La **técnica de recolección de datos** se refiere al proceso de obtención de información empírica que permita la medición de las variables en las unidades en las unidades de análisis, a fin de obtener los datos necesarios para el estudio del problema.⁶⁶

Se empleará para este trabajo la observación directa la cual se establecerá mediante los ensayos que se desarrollaran en el transcurso de la investigación con el apoyo de personal especializado en cada tipo de ensayo las cuales están sujetas a normas y sus formatos o fichas técnicas de los ensayos los cuales nos proporcionan información tanto del comportamiento físico como mecánico.

La **observación directa** es cuando el encargado de la investigación hará las observaciones necesarias y las analizará directamente los resultados de los estudios geotécnicos para hacer más sólida la información de la problemática.⁶⁷

Proceso en el cual el encargado de la investigación procede a observar que factores se aprecian o que factores se hacen visibles en un tiempo determinado, para así lograr obtener esa información para anotarla en un cuaderno de campo u otro medio donde registrar toda esa información real encontrada

El **instrumento de recolección de datos** sirve básicamente para juntar, recoger la información real del suelo como es para este caso de estudio y en base esto determinar la problemática y ser causal de estudio, pero el instrumento sirve para

⁶⁵ (Técnicas de investigación en Comunicación Social, 1998 pág. 60)

⁶⁶ (CHAVEZ, 2001 pág. 173)

⁶⁷ (La observacion de las practica educativas como elemento de evaluacion y mejora de la calidad en la informacion inicial y continua del profesorado, 2011 pág. 239)

obtener la situación real del lugar de estudio según sea lo que se busque estudiar.⁶⁸

Para esta investigación se optará por emplear distintos instrumentos de recopilación de información ya que es uno de los factores principales y por ello existen distintas formas de cómo se puede recopilar información, en esta investigación se optó la observación directa, ya que fue importante emplear ese tipo de recopilación de información porque es fundamental conocer el problema que se genera en el determinado lugar para así poder establecer fundamentos sólidos para así lograr hacer un estudio concreto y eficaz, También es necesario obtener información acerca de los distintos comportamientos tanto físico y mecánico mediante ensayos.

La Validación es la habilitación mediante un concluyente juicio de expertos el cual habilita en una representación que somete a prueba un instrumento: la aclaración y evaluación con los expertos (que lo aplican o investigan con suficiencia) estas evaluarán el instrumento y solicitarán reformas en el diseño.⁶⁹

Dado que en esta investigación se desarrollarán ensayos la validación nos la otorga los expertos ya que son las personas calificadas, en el caso de los ensayos será un técnico y operador quienes fueron los que desarrollaron las pruebas y mediante sus sellos y firmas avalarán los resultados ya que es imprescindible para lograr un desarrollo adecuado de la investigación siguiendo tabla 5.

La **confiabilidad** se refiere al grado de confianza o seguridad con el cual se pueden aceptar los resultados obtenidos por un investigador basado en los procedimientos utilizados para efectuar su estudio.⁷⁰

⁶⁸ (SABINO, 2014 pág. 149)

⁶⁹ (VALARINO, y otros, 2010 pág. 227)

⁷⁰ (HERNANDEZ Sampieri, y otros, 2014 pág. 201)

En este caso, al tratarse de pruebas de laboratorio, ensayos, la confiabilidad nos la dio el equipo que se está utilizando en el laboratorio, con los certificados de calibración de cada uno de ellos

3.5. Procedimientos

En primera instancia se realizará una inspección objetiva en la zona la cual nos brinde información de la av. Los Geranios para poder así obtener unas muestras representativas tomando las condiciones en la cuales se encuentra, siendo lo siguiente la actividad la creación de las calicatas en la avenida y así poder obtener acceso al material que será de estudio, el cual se tomará y se trasladará a unos contenedores con el fin de no contaminar la información acerca del suelo, para posteriormente preparar las muestras para los ensayos que se realizaran en la investigación aplicando las dosificaciones de aditivo que se componen de organosilano las cuales las establecimos a partir de distintos antecedentes. Una vez que allá transcurrido el tiempo de secado se movilizaran al laboratorio para que, mediante los ensayos ya mencionados, se analicen y se obtenga la información deseada. Las cuales se obtendrán a cargo de un ingeniero en colaboración de un técnico que se especializa en cada una de las distintas áreas lo cual otorgaría una validez y una confiabilidad en los resultados que se usaran en todo el proceso de conlleva cada ensayo y de acuerdo a los reglamentos en los cuales los ensayos a realizar serian son límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR. De acuerdo a lo previsto en el Manual de Ensayo de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

3.6. Método de análisis de datos

El análisis de datos corresponde a un proceso en donde la variable independiente es analizada, estudiada e interpretada.⁷¹

En esta investigación reunirá información acerca de la aplicación de organosilano con la subrasante para lo cual se elaborarán 2 calicatas de 1.50 metros en la Av. Los Geranios para después realizar los ensayos correspondientes ya establecidos los cuales son:

⁷¹ (HERNANDEZ Sampieri, y otros, 2014 pág. 34)

Límites de Atterberg

Proctor modificado

Ensayo del CBR

3.7. Aspectos éticos

Este trabajo exclusivo de indagación se ha elaborado con suma disciplina, ética y moral, respetando normas como el ISO 690 y las referencias para evitar problemas de plagio junto con el desarrollo en los laboratorios ,este proceso deber hacerse con honestidad por lo que es necesario la presencia de los especialistas responsables de validar la herramienta de evaluaciones e investigaciones realizadas las cuales son registros esenciales con honestidad que priorizan una investigación, también se apreciar el esfuerzo de otras investigaciones que sirven como base para posteriores indagaciones que incentivan, tener en cuenta la autenticidad de esta investigación.

IV. RESULTADOS

4.1. Descripción de la zona de estudio

Nombre de la tesis

“Aplicación de organosilano en el comportamiento físico y mecánico de la subrasante en la Av. Los Geranios Huaral, 2020”

Acceso a la zona de trabajo

El acceso a esta zona de trabajo otorgara un beneficio a la Av. Los Geranios, en los kilómetros 5, 6 y 7 en la provincia de Huaral.

Ubicación Política

La zona de estudio se ubicó en la región de lima, provincia de Huaral, en el distrito de Huaral.



Figura 2. Mapa de la región de lima

Figura 3. Mapa político del Perú

Ubicación del Proyecto

Provincias y departamentos de Huaral



Figura 4. Mapa de los distritos de Huaral



Figura 5. Ubicación del distrito de Huaral

Limita por el:

Norte: Con el distrito de Sayán

Sur: Con el distrito de Auca llama

Este: Con el distrito de Huari y Sumbilca

Oeste: Con el distrito de Chancay

Se determinó este lugar como zona de estudio con la finalidad de aportar en el mejoramiento de la subrasante tanto en su comportamiento físico y mecánico en las av. Los Geranios en el distrito de Huaral para así obtener una mejor resistencia ya que se observan fallas hoy en día en el lugar de estudio, por lo que se busca obtener una subrasante que cumpla con los parámetros de resistencia establecido en el MTC, tomando en cuenta todo lo expresado en el desarrollo de la tesis.

Ubicación geográfica

La zona de estudio se ubica de manera geográfica el distrito de Huaral se ubica en las coordenadas Latitud: -11.4917 , Longitud: -77.2053 , $11^{\circ} 29' 30''$ Sur, $77^{\circ} 12' 19''$ Oeste, con un área aproximada de $645,00 \text{ km}^2$, con una altitud de 186 m.s.n.m y con una población de $99\ 915$ según el censo del 2017.

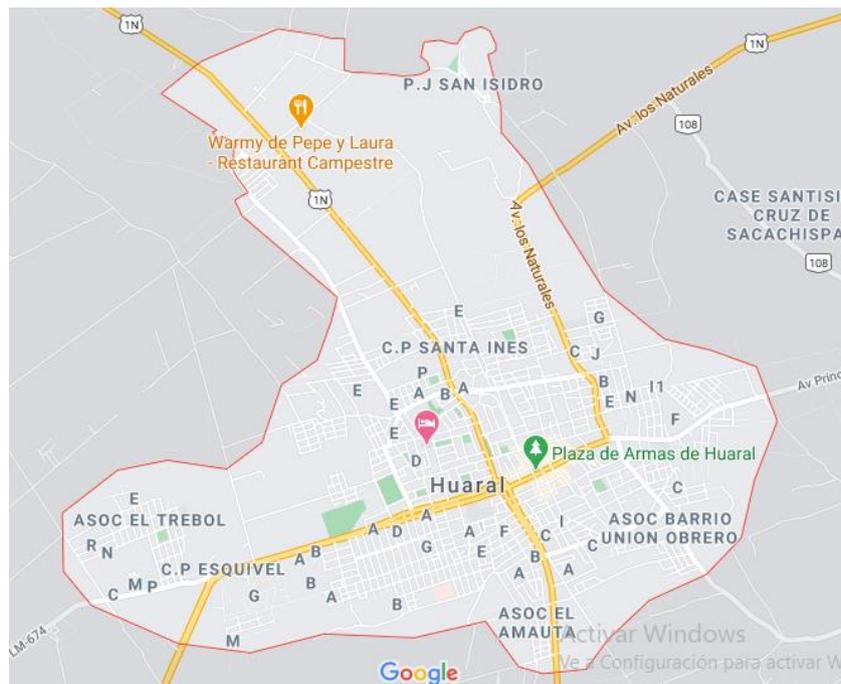


Figura 6. Distrito de Huaral

Ubicando precisamente la zona de investigación elegida para mejorar la subrasante mediante la aplicación de organosilanos en la av. Los geranios en Huaral, esa avenida cuenta con una longitud grande la se observa mediante la figura con la ayuda de Google Maps.

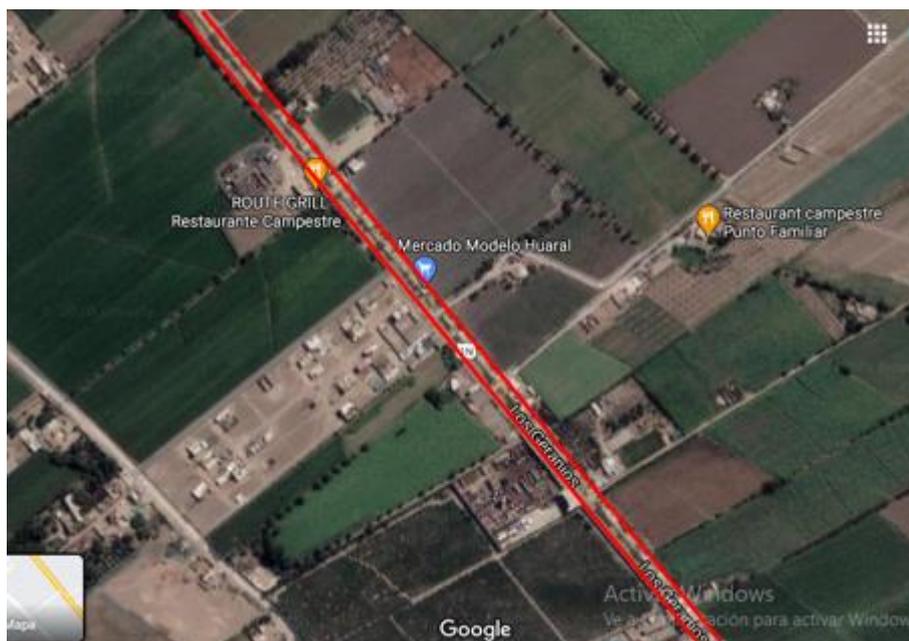


Figura 7. Ubicación de la zona de manera satelital

Vías de acceso

Para llegar a la zona de estudio fue necesario llegar al centro de Huaral, por lo que se recomienda partir de la plaza de armas de Huaral hasta poder llegar a la Av. Mariscal Cáceres rodear el carrito san Cristóbal hasta llegar a la Av. Los Geranios.

Clima

El distrito de Huaral es poseedor de un clima promedio tropical dado que los veranos son calientes, húmedo, áridos y nublados el cual varia de entre los 16°C a 28°C en raras ocasiones desciende hasta 14 °C o sube a más de 30 ° C durante el transcurso del año.

Localidad para la compra de materiales

El material empleado en la investigación a base 100% de organosilanos se compró en Lima ya que la empresa que importa este tipo de materiales de ubica en Lima en el distrito de San Miguel en la Av. Parque de las Leyendas N°210 Of. 501 - Torre A, con referencia a una cuadra aproximadamente de la Av. San Miguel, la cual el nombre de Brem Environmental Solutions S.A.C

Resultado de laboratorio

Clasificación de suelos

El **Análisis granulométrico** (ver anexo 07) realizado se desarrolló al suelo natural el cual no tubo modificaciones con el fin de conocer información inicial del suelo, para lo cual se realizaron dos calicatas, con la finalidad clasificar los suelos mediante la distribución del tamaño de las partículas para de esa forma obtener información de las partículas que lo componen mediante un tamizado, los cual se muestra en la **tabla 6**, la cual representa el resumen del ensayo de clasificación de suelos.



Figura 8. Clasificación de suelos



Figura 9. Clasificación de suelos

Tabla 6. Análisis granulométrico

TAMIZ	AASHTO T-27	PORCENTAJE QUE PASA	
	(mm)	C - 1, M - 1	C - 2, M - 1
5"	127	100	100
4"	101.6	100	100
3"	76.2	100	100
2 1/2"	63.3	100	100
2"	50.8	100	100

1 1/2"	38.1	100	100
1"	25.4	100	100
3/4"	19	100	100
1/2"	12.5	100	98.1
3/8"	9.5	100	95.7
Nº 4	4.75	100	94.7
Nº 10	2	98.2	92.7
Nº 20	0.84	94.6	88.9
Nº 40	0.425	83.1	76.5
Nº 60	0.25	73.1	65.8
Nº 80	0.177	73.1	65.8
Nº 100	0.15	65.5	57.7
Nº 200	0.075	56.6	48.2
< Nº 200	FONDO		

Fuente: elaboración propia

de los resultados obtenido del ensayo de clasificación de suelos, se puede observar los datos granulométricos de los suelos ensayados, en la siguiente tabla 6 la cual muestra el resumen de porcentaje de material correspondiente a grava, arena y finos

Tabla 7. Distribución granulométrica

MUESTRA	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
C - 1, M - 1	0	43.4	56.6
C - 2, M - 1	5.3	46.5	48.2

Fuente: elaboración propia

En cuanto a la clasificación de suelos SUCS ASTM D – 2487 se determinó que el tipo de suelo es CL (arcilla de baja plasticidad con arena). Para las dos muestras llevadas.

Tabla 8. Clasificación de suelo

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
Clasificación SUCS (ASTM D2487)	CL
Clasificación AASHTO (D3282)	A-2-4 (0)
Nombre del Grupo	Arcilla de baja plasticidad con arena

Fuente: elaboración propia

OBJETIVO 1

Analizar la influencia del organosilano en el índice de plasticidad del suelo a nivel de la subrasante en la Av. Los Geranios, Huaral 2020.

Se realizó el ensayo de límites de consistencia (ASTM D4318 / MTC E – 110 / MTC E -111) (ver anexo 07) tanto a las dos muestras de suelo natural de las dos calicatas realizadas como a las muestras más organosilanos para así obtener información del índice de plasticidad mediante la obtención del límite líquido y límite plástico, obteniendo de las muestras sus índices de plasticidad tanto del suelo natural sin modificaciones como de la muestra más porcentajes de organosilanos las cual se muestra en la tabla 8.

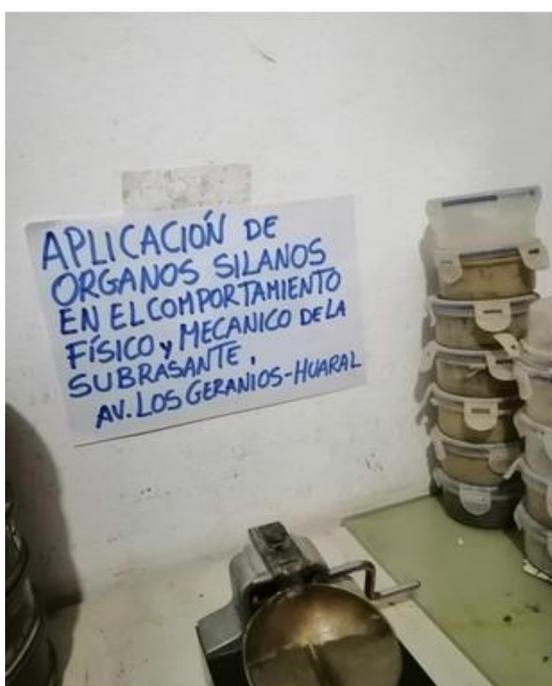


Figura 10. Límites de consistencia



Figura 11. Límites de consistencia

Tabla 9. Índice de plasticidad

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)	Índice Plástico (IP)
C - 1, M - 1	10
C - 1, M - 1 + 0.08	6.2
C - 1, M - 1 + 0.13	5.7
C - 1, M - 1 + 0.18	2.6

Fuente: elaboración propia

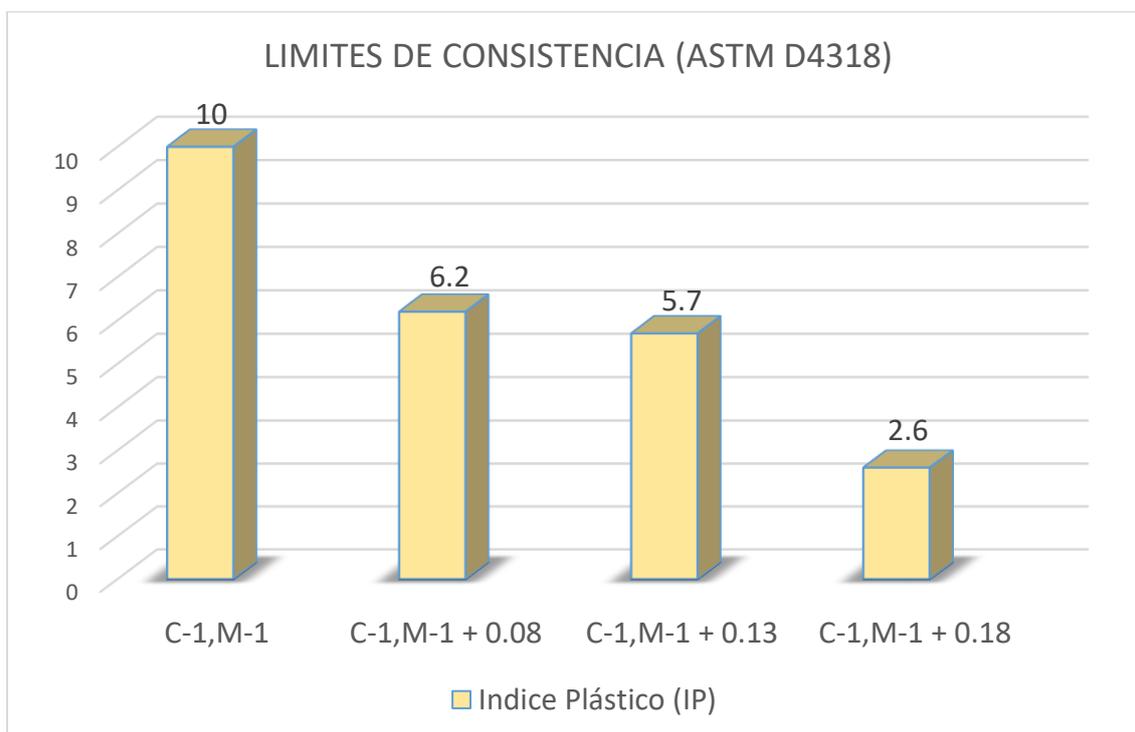


Gráfico 1. Índice de plasticidad

Se observa en la tabla que los índices de plasticidad de las muestras varían de acuerdo a las dosificaciones incorporadas como se muestra en el gráfico 1. La cual evidencia que la muestra patrón tiene índice de plasticidad de 10, la cual varían al incorporarle inicialmente 0.08 de organosilanos mostrando una disminución de 3.8 en su índice de plasticidad, y al aumentarle la dosificación a 0.13 se observa una disminución de 4.3 contrastando con la muestra patrón finalizando con la incorporación de 0.18 de organosilanos la cual nos muestra una disminución en el índice de plasticidad llegando a 7.4, lo cual se representa en el grafico 1.

OBJETIVO 2

Analizar la influencia del organosilano en el óptimo contenido de humedad del suelo a nivel de la subrasante en La Av. Los Geranios, Huaral 2020.

Por otro lado, se realizó en paralelo el ensayo Proctor modificado, para obtener información acerca de la humedad óptima de las muestras tanto para suelo natural como para suelo mas organosilanos, las cuales se muestran en la tabla 9 tanto para la muestra sin modificar como para la muestra con porcentajes de organosilanos dándonos los siguientes resultados.



Figura 12. Ensayo proctor modificado



Figura 13. Ensayo proctor modificado

Tabla 10. Humedad óptima

PROCTOR MODIFICADO	D.M.S(gr/cm ³)	HUMEDAD OPTIMA (%)
M-1	1.887	9.2
M-1 + 0.08	1.971	9.1
M-1 + 0.13	1.968	9
M-1 + 0.18	1.964	8.9

Fuente: elaboración propia

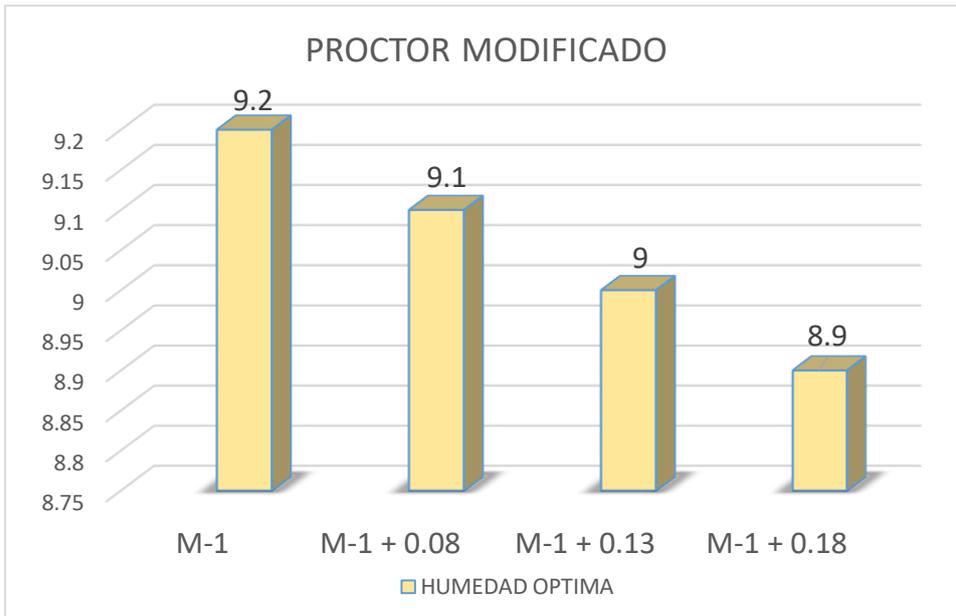


Grafico 2. Contenido de humedad

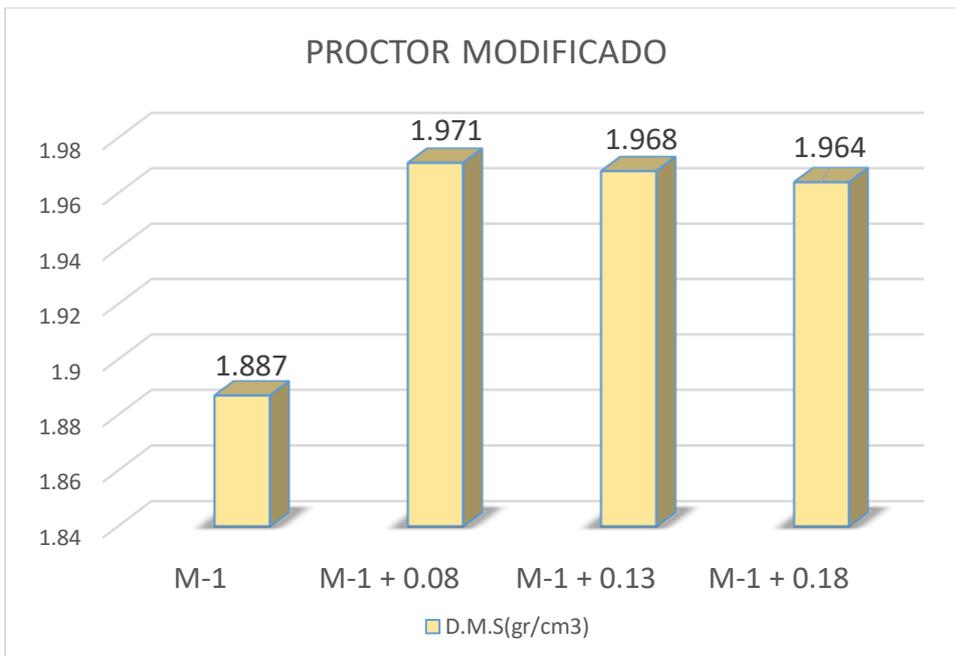


Grafico 3. D.M.S(gr/cm³)

Se observa que en la tabla 9 del ensayo Proctor modificado a la muestra patrón la cual obtuvo un valor en la humedad optima de 9.2 las cuales varían mediante la incorporación de los distintos porcentajes añadidos de organosilanos, en la cual se observa que con la incorporación de este existe una disminución proporcional de acuerdo a las incremento en el porcentaje de organosilanos el cual con la adición de 0.08 de organosilanos se evidencia una disminución 0.1,

mientras que al incrementar el porcentaje de organosilanos a 0.13 este disminuyo en 0.2, y al incrementarle el porcentaje de 0.18 se observa la disminución mayor de 0.3 en cuanto al D.M.S se obtuvo 1.887 gr/cm³ en la muestra patrón y al adicionarle 0.8 de organosilanos aumento en 0.084gr/cm³ y al aumentar a 0.13 dio como resultado un aumento de 0.081 gr/cm³ y al agregarle 0.18 dio como resultado un aumento de 0.077 gr/cm³.

OBJETIVO 3

Determinar la influencia del organosilano en la resistencia a nivel de la subrasante en Av. Los Geranios, Huaral 2020.

Para obtener información acerca de la resistencia se desarrolló el ensayo del CBR (California Bearing Ratio) ver anexo 07 para así comprobar las características mecánicas del suelo de las distintas muestras tanto al suelo natural sin modificaciones como a los suelos más las distintas dosificaciones de organosilanos ,este ensayo se empleó el uso de organosilanos en distintos porcentajes (0.08, 0.13, 0.18) respectivamente para así obtener información acerca de la resistencia del suelo y suelo más organosilanos para así establecer comparaciones en la resistencia teniendo como resultados la siguiente tabla10.



Figura 13. Ensayo CBR



Figura 14. Ensayo CBR

Tabla 11. CBR

MUESTRAS	CBR	
	CBR al 95%	CBR al 100%
C-1,M-1	6.4	9.8
C - 1, M - 1 + 0.08	8.1	12.1
C - 1, M - 1 + 0.13	10.2	14.7
C - 1, M - 1 + 0.18	12.1	16.8

Fuente: Elaboración propia

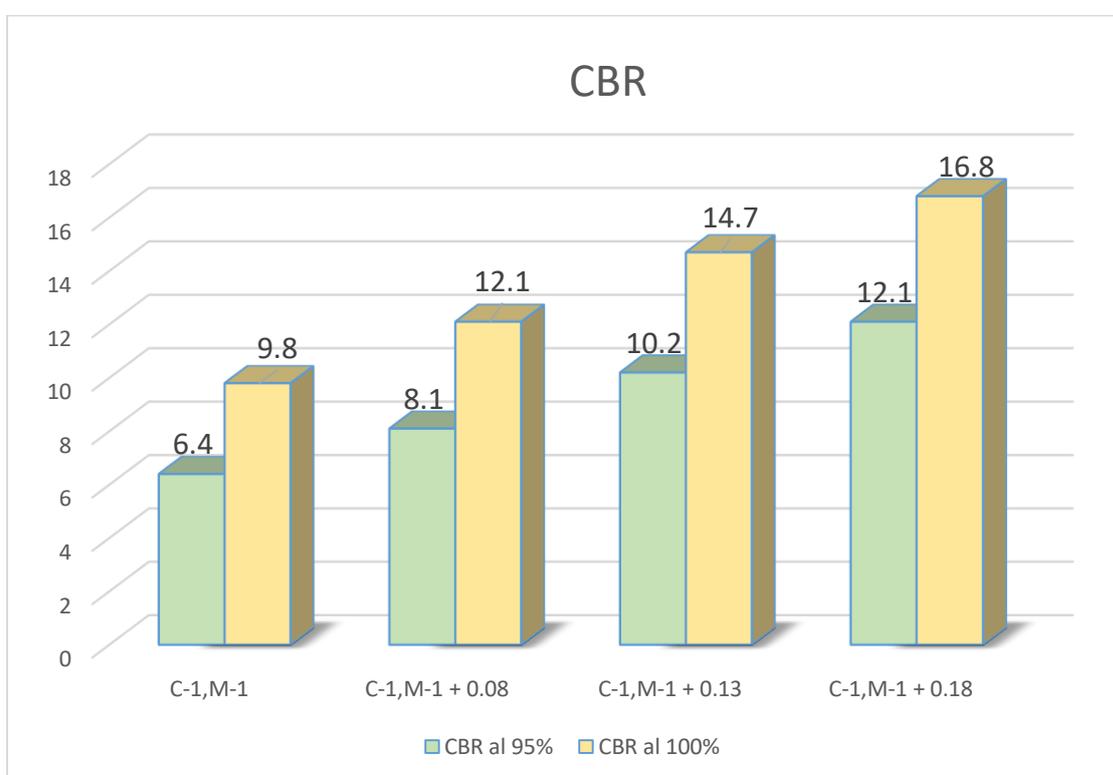


Grafico 4. CBR

Se observa en el grafico 3 que los resultados obtenidos a partir del ensayo CBR (California Bearing Ratio) que el empleo de organosilanos influyen en la resistencia la cual evidencia un aumento en los valores del CBR los cuales varían dependiendo de los porcentajes de organosilanos cuando se le agrega 0.08 se obtuvo un incremento de 1.7 al 95% y de 2.3 al 100% y cuando se le incrementa la dosificación de 0.13 de organosilano se obtuvo un incremento en el CBR al 95% de 3.8 y de 4.9 con respecto a la muestra patrón y por último en la

dosificación mayor que se estableció, se evidencio que ocurrió un aumento mayor en cuanto al CBR al 95% él cual tuvo un aumento de 5.7 y en cuanto al CBR al 100% se observó que ocurrió un aumento de 7 con respecto a la muestra patrón por lo que se evidencio que en todas las dosificaciones ocurrió un aumento proporcional al porcentaje de organosilanos.

V. DISCUSIÓN

Durante el desarrollo de la presente investigación hemos logrado obtener resultados, los cuales fueron en base a las variables establecidas para lo cual hemos desarrollado ciertos ensayos (clasificación, límites de consistencia, proctor modificado y CBR) los cuales aremos mención en la discusión de la investigación.

En cuanto al ensayo de los **límites de consistencia** el cual esta normado con la ASTM D4318 / MTC E – 110 / MTC E – 111. el cual nos ayudó a determinar el índice de plasticidad, dicho ensayo el cual, se realizó tanto al suelo natural sin modificaciones y como al suelo natural más organosilanos en distintos porcentajes (0.08, 0.13 y 0.18) los cuales arrojaron distintos resultado, en primera instancia al realizar el ensayo ala muestra sin modificaciones o muestra patrón nos dio como resultado que el IP (índice de plasticidad) resultó ser de 10%, mientras que al emplear y adicionar una dosificación de 0.08 de organosilanos se obtuvo como resultado que el IP fue de 6.2% mostrando una disminución de 3.8% en cuanto al IP comparándolo con la muestra patron, también al incorporarle al suelo natural una dosificación de 0.13 de organosilanos se obtuvo como resultado que el IP obtuvo una disminución aun mayor hasta un 5.7% en el IP observando una disminución de 4.3% y finalmente al incorporarle un dosificación de 0.18 de organosilanos dio como resultado que el IP fue de 2.6% demostrando una disminución de 7.4% en el IP con respecto al suelo natural (arcilla de baja plasticidad con arena) sin modificaciones.

Según Salas (2018) nos dice en su trabajo de investigación que en cuanto al índice de plasticidad obtenido del suelo natural (GW a- 2) resulto 10.26 y empleando la dosificación de 5gr por 1kilogramo de suelo dio como resultado que el IP fue de 7.67% demostrando una disminución de 2.59% en comparación a la muestra patrón y empleando una dosificación de 10gr por 1 kilogramos de suelo dio como resultado 6.74% en lo cual se observó una disminución de 3.52 % con respecto al suelo natural sin modificaciones.

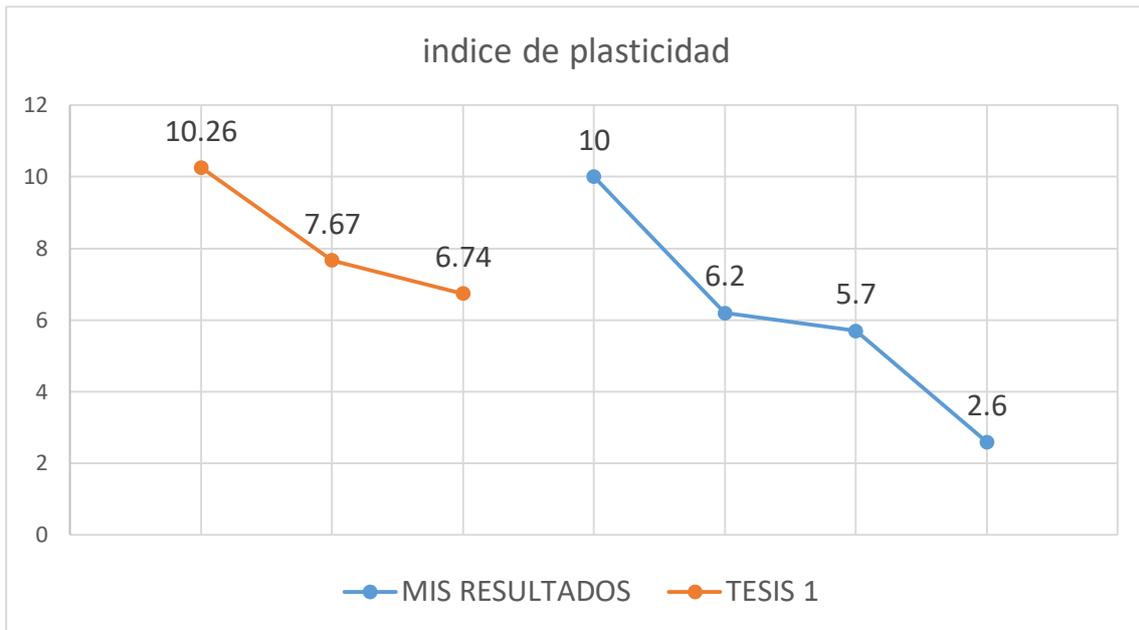


Grafico 5. Índice de plasticidad

Por lo que de aporte de Salas y mis resultados se concuerda porque existe una tendencia a la baja, como se puede interpretar, que a medida que se aplique organosilanos en el suelo natural se observa una disminución en el IP, en la cual se observó que la disminución fue de manera proporcional al porcentaje de organosilano.

En cuanto al ensayo **Proctor modificado** la cual esta normado con ASTM D1557/ MTC E – 115, el cual se realizó con el fin de obtener la información acerca del **óptimo contenido humedad** tanto para el suelo natural como para el suelo natural más ciertos porcentajes de organosilanos, en cuanto al suelo natural nos dio como resultado que el óptimo contenido de humedad resulto ser de 9.2%, el cual cambio al incorporarle 0.08 de organosilanos dándonos como resultado 9.1% mostrando una disminución de 0.1% en la humedad optima, en cuanto al porcentaje de 0.13 de organosilanos se obtuvo un óptimo contenido de humedad de 9.0% mostrando una disminución de 0.2% y al incorporarle 0.18 de organosilanos nos dio como optimo contenido de humedad 8.9% mostrando que el óptimo contenido de humedad descendió en un 0.3%. en cuanto al D.M.S se obtuvo 1.887 gr/cm³ en la muestra patrón y al adicionarle 0.8 de organosilanos aumento en 0.084gr/cm³ y al aumentar a 0.13 dio como resultado un aumento

de 0.081 gr/cm³ y al agregarle 0.18 dio como resultado un aumento de 0.077 gr/cm³.

Según Salas (2018) nos dice que en su trabajo de investigación al realizar el ensayo de proctor modificado se obtuvo que en cuanto al óptimo contenido de humedad obtenido del suelo natural (arena arcillosa de baja plasticidad) resulto ser de 8.17% y que luego al incorporarle 5gr por 1 kilogramo se obtuvo como respuesta que hubo un aumento a 8.23% demostrando un aumento de 0.06% comparando con la muestra patrón y al aumentar la dosificación de 10 gr por 1 kilogramo se obtuvo que el óptimo contenido de humedad disminuyo hasta 7.97% evidenciando una disminución de 0.2% comparando con la muestra patrón. En cuanto al D.M.S (densidad máxima seca) se obtuvo como resultado que la muestra patrón del suelo sin modificaciones obtuvo como resultado que la densidad máxima seca resulto ser de 1.650 gr/cm³ y al incorporarle 5gr por 1 kilogramo se obtuvo un aumento a 1.87 gr/cm³ demostrando un aumento de 0.22 gr/cm³ comparando con la muestra patrón y al aumentar la dosificación de 10 gr por 1 kilogramo se obtuvo un aumento a 1.99 gr/cm³ evidenciando un aumento de 0.34 gr/cm³ comparando con la muestra patrón

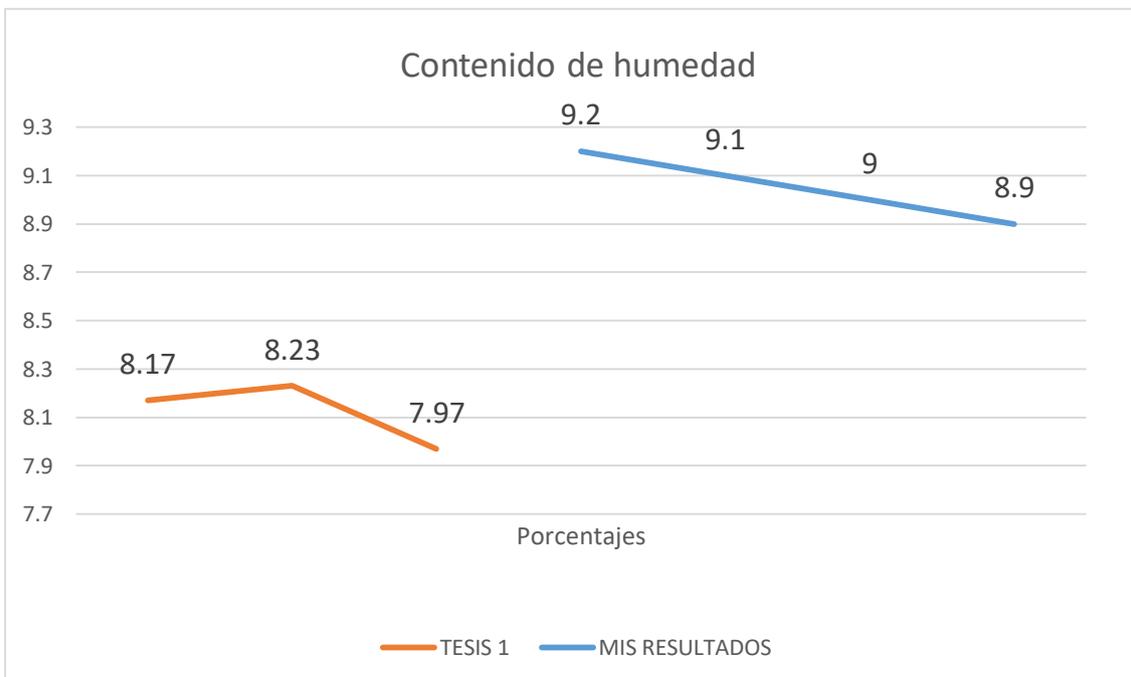


Grafico 6. Contenido de humedad.

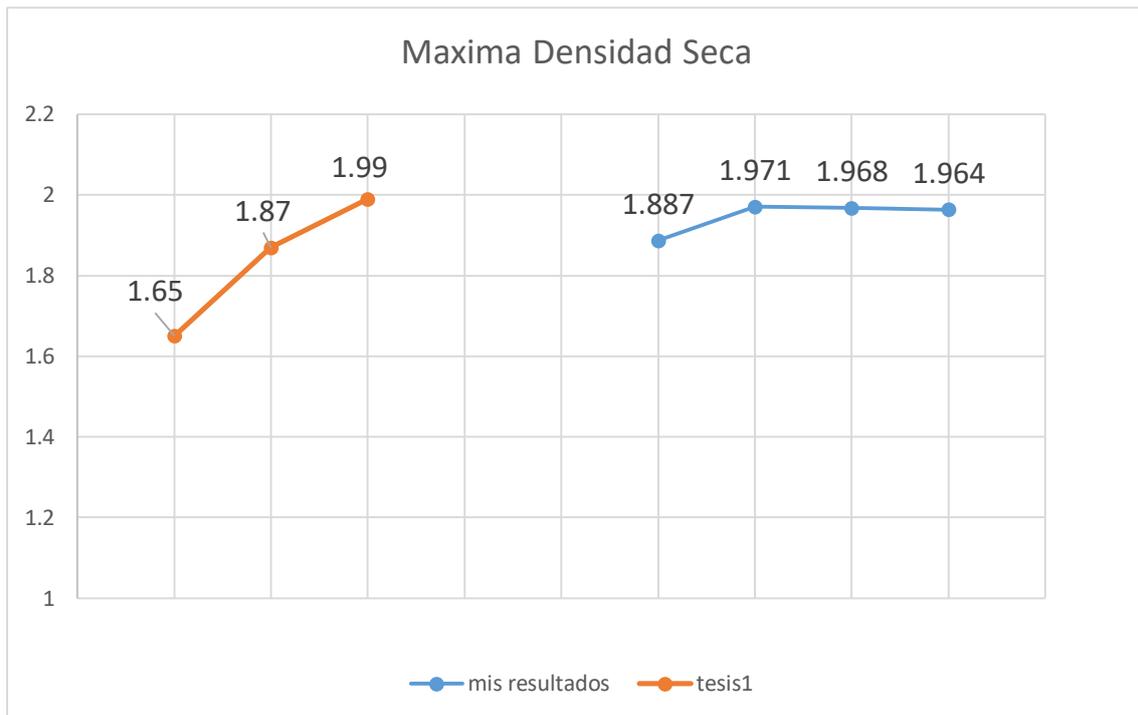


Grafico 7. Máxima densidad seca

Dado los resultados salas y mis resultados obtenidos, se evidencia que existen ciertas diferencias dado que en mis resultados se evidencian que existe una disminución proporcional la cual reacciona con el aumento de organosilanos y en la tesis de salas se observa que en la primera dosificación se observó una reacción contraria a mis resultados dado que hubo un aumento en el óptimo contenido de humedad contrario a mis resultados dado en mis resultados obtenidos existió una disminución constante. Y en los resultados de salas al aumentarle la dosificación se obtuvo una disminución en el óptimo contenido de humedad, también se evidencias diferencias en la máxima densidad seca dado que en mis resultados se obtuvo en que la primera dosificación un aumento y al seguir aumentando la dosificación se produjo una disminución en cuanto a la máxima densidad seca.

En el **ensayo California Bearing ratio (CBR)** el cual esta normado por la ASTM D1883 /MTC E – 132, el cual se realizó con el fin de conocer la resistencia que posee tanto el suelo natural sin modificaciones y el suelo natural con modificación a las cuales se le agrego organosilanos en distintos porcentajes en las cuales en el suelo natural sin modificaciones se obtuvo un CBR de 6.4% al

95% y 9.8% al 100% el cual se modificó al aplicarle el porcentaje de 0.08 dándonos como resultados que el CBR al 95% resulto 8.1% y un CBR al 100% de 12.1% en el cual se observa que el CBR al 95% aumento en 1.7% y de 2.3% al 100% y al incrementar el porcentaje de organosilanos ah 0.13 se observó que el CBR al 95% resulto ser de 10.2% y el CBR al 100% fue de 14.7% por lo que se evidencia un aumento en comparación al CBR del suelo natural y al emplear la dosificación de 0.18 de organosilanos nos dio como resultado que hubo un aumento mayor a las otras dosificaciones en la cual el CBR llego hasta 12.1% en el CBR al 95% y 16.8% en cuanto al CBR al 100% por lo que se observa que hubo un aumento de 5.7 en cuanto al CBR al 95% y en cuanto al CBR al 100% fue de 7 con respecto al suelo natural.

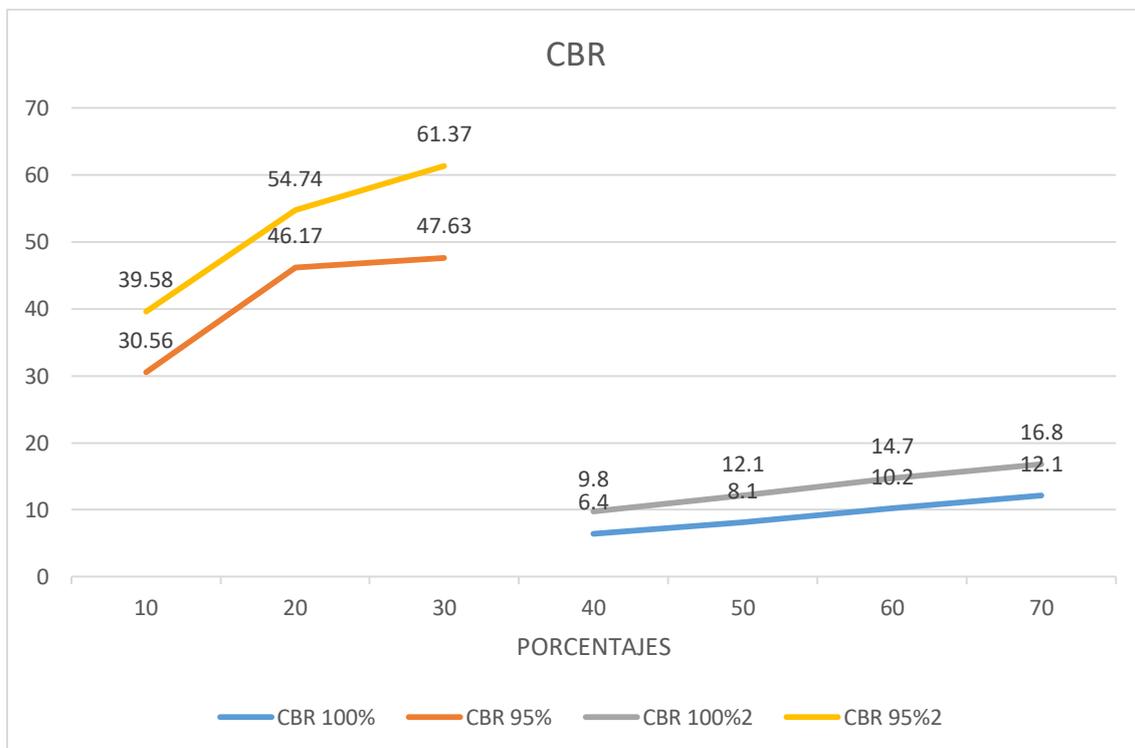


Grafico 8. CBR

Por lo que de los aportes de los resultados de Salas y mis resultados obtenidos se concuerda dado que se puede observar que se tiene una tendencia de aumento en el CBR en reacción a la incorporación de organosilanos la cual se da de forma positiva dado que en los resultados de los ensayos realizados CBR obtuvo valores mayores al del suelo natural son modificaciones.

VI. CONCLUSIONES

- 1) De forma general dado a la evidencia obtenida de acuerdo a los resultados en esta investigación y a partir de los antecedentes se obtuvo que la **aplicación de organosilanos se otorga una acción positiva** la cual mejora las propiedades de la muestra natural del suelo, lo cual se vio en los distintos ensayos realizado con los distintos porcentajes de organosilanos tanto en mis resultados como en el de los antecedentes tanto en los ensayos de límites de consistencia, Proctor modificado y ensayo California Bearing ratio
- 2) En cuanto al índice de plasticidad se observó que cuando se le agrego distintas dosificaciones de organosilanos el suelo natural obtuvo cambios a partir de esas dosificaciones para lo cual partimos con un valor de 10 la cual se obtuvo del suelo sin adición de organosilanos y con la dosificación de 0.08 se obtuvo una disminución en el índice de plasticidad de 6.2 en el cual se evidencia un descenso de 3.8, con la adición de 0.13 de organosilanos se observó el cambio con una disminución en el índice de plasticidad a 5.7 observando una disminución de 4.3 y al incrementar un porcentaje mayor de 0.28 se obtuvo que el índice de plasticidad descendió hasta tener un valor de 2.6 demostrando una disminución de 7.4. Se concluyó que se obtuvo un mejor resultado en cuanto a su valor con la dosificación de 0.18 de organosilanos dado se observó una disminución mayor a las dos dosificaciones realizadas.
- 3) En cuanto al óptimo contenido de humedad se observó que al adicionarle distintos porcentajes de organosilanos ocurrieron ciertos cambios en su contenido de humedad a medida que se agregaba dosificaciones de organosilanos de manera ascendente partiendo con un óptimo contenido de humedad de 9.2% el cual le pertenece al suelo natural sin adición de organosilanos, la cual al adicionarle el porcentaje de 0.08 de organosilanos nos dio como resultados en el ensayo proctor modificado que su óptimo contenido de humedad fue de 9.1% en cual se observa que hubo un descenso de 0.1%, cuando se le adiciono el porcentaje de 0.13 de organosilanos se tuvo como resultado que en el ensayo el óptimo contenido de humedad descendió hasta 9% mostrando un menor resultado que fue de

0.2 en diferencia a la muestra de suelo natural sin modificaciones y por ultimo al incorporarle 0.18 de organosilanos se obtuvo que el descenso en el óptimo contenido de humedad descendió hasta 8.9% mostrando un menor resultado de 0.3 con respecto a la muestra patrón. Se concluyó que el óptimo contenido de humedad que resulta más favorable es el que tiene la dosificación mayo que es las de 0.18 dado que se obtiene un óptimo contenido de humedad de 8.9%.

- 4) Con respecto al ensayo California Bearing ratio se observa que cuando se emplea organosilanos en el suelo se obtiene una influencia positiva dado que con la incorporación de organosilanos se observan resultados más favorables dado que el valor del CBR aumenta partiendo desde las condiciones iniciales con un CBR al 95% de 6.4% y con n CBR al 100% de 9.8% y al cual al incorporarle una dosificación de 0.8 de organosilano muestra cambios respecto al CBR tan to al 95% el cal fue de 8.1% mostrando un aumento de 1.7 y el CBR al 100% aumento hasta 12.1% mostrando un aumento de 2.3%,al incorporarle una dosificación más alta de 0.13 se tuvo como resultado en el CBR al 95% fue de 10.2 mostrando un aumento de 3.8 y en el CBR al 100% fue de 14.7 mostrando un aumento de 4.9 y al aumentarle la dosificación de 0.18 se obtuvo que el CBR AL 95% aumento hasta 12.1% mostrando un aumento de 5.7% y en el CBR al 100% fue de 16.8 mostrando u aumento de 7% to do con respecto al CBR del suelo sin modificar. Por lo que se concluyó que la mejor opción en cuanto al CBR fue la que adquiere al incorporarle 0.18 dado e con esa dosificación se obtiene el mejor CBR de todas las dosificaciones que fue de 12.1% al 95% y 16.8 al 100%.

VII. RECOMENDACIONES

- 1) Recomiendo que se debe seguir investigando con respecto al tema de organosilanos en sus distintas dosificaciones, en busca de mejoras tanto en sus propiedades físicas y químicas de la subrasante, en otra parte los resultados obtenidos ayudaran a sumar conocimientos para futuras investigación y a los que están en el rubro de la ingeniería civil y empresas dado que se podrán mejorar las condiciones físicas y mecánica de los suelos que se encuentran en distintas condiciones.

- 2) Debido a los diferentes tipos de suelos y a sus distintas propiedades que se puede encontrar en las distintas subrasantes antes se debe realizar estudios preliminares para conocer las propiedades iniciales de dichos suelos para después ver la influencia a partir de algún producto.

- 3) Con respecto al ensayo proctor modificado se debería realizar otras investigaciones a fin de observar el comportamiento que tiene el óptimo contenido de humedad con dosificaciones mayores alas establecías en este trabajo de investigación dado que hubo discrepancias con uno de los antecedentes citados.

- 4) Para futuras investigaciones se recomienda usar dosificaciones mayores a las establecidas (0.08, 0.13, 0.18) dado que se observó mejoras con dosificaciones menores las planteadas en el trabajo de investigación citado como antecedente estas dosificaciones fueron a emplear con 1kilpogramo de muestra y por lo que se recomienda probar porcentajes mayores al 0.2% por un kilogramo de muestra.

REFERENCIAS

AASHTO. 1993. 1993.

ADDLESON, L. 2009. *Materiales Para La Construcción: Volume 1.* 2009. 9788429120059.

ARIAS, Fidas G. 2012. *El proyevo de investigacion 6° edicion.* caracas : Suplidora Van.C.A., 2012. 980-07-8529-9.

BASILE, Angelo, y otros. 2019. *Catalysis, Green Chemistry and Sustainable Energy, Volume 179.* 2019. 9780444643377.

BRAJA. D. 1999. *Fundamentos de ingenieria de cimentacion.* 1999.

CHAVEZ, Alizo N. 2001. *Introduccion a la investigacion educativa.* 2001.

COOK, Thomas D y CAMPBELL, Donald T. 1986. *The causal assumptoins of quasi- experimental practice: the origins of quasi- experimental practice.* 1986.

CORPORACION Colombiana de Investigación Agropecuaria, Bogotá (Colombia). 2005. *Producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción Bovina de las regiones Caribe y Valles Interandinos.* 2005. 9789588210797.

CRESPO, Villalaz. 2005. *Mecanica de suelos y cimetaciones / Mechanics of Grounds and Laying of Foundations.* 2005. 9789681864897.

DIRECCION General de caminos y ferrocarriles. 2018. *Manual de carreteras :diseño geometrico DG - 2018.* LIMA : s.n., 2018.

GARRIDO Luque, Alicia y ALVARO Estramiania, Jose luis. 1995. *Tecnicas de analisis estadístico en ciencias sociales.* Madrid : SERVICIO DE PUBLICACIONES INIVERSIDAD COMPLUTENSE, 1995. 84-7491-560-0.

GOMEZ, Marcelo M. 2006. *Inroduccion a la matodologia de la investigacion cientifica.* Cordoba : editorial brujas, 2006. 987-5591-026-0.

HERNANDEZ Sampieri, Roberto, FERNANDEZ Collado, Carlos y BAPTISTTA Pilar, LUCIO. 2014. *Metodologia de la investigacion.* mexico : MgGRAW-HILL, 2014. 978-1-4562-2696-0.

JUAREZ Badillo, Eulalio. 2002. *Mecanica De Suelos II, Volumen 2.* s.l. : EDITORIAL LIMUSA, 2002. 9789681801281.

KARBHARI, V. 2014. *Rehabilitation of Metallic Civil Infrastructure Using Fiber Reinforced Polymer (FRP) Composites.* s.l. : Woodhead Publishing, 2014. 978-0-85709-653-1.

La observacion de las practica educativas como elemento de evaluacion y mejora de la calidad en la informacion inicial y continua del profesorado.

FUERTES, Maria Tereza. 2011. s.l. : Revista de Docencia Universitaria REDU, 2011.

LYALL, Addleson. 1983. *Materiales para la construcción, Volumen 1.* 1983. 9788429120059.

MATA, Maria Cristina. 1994. *Como conocer la audiencia de una emisora, los son deos de audiencia.* 1994.

MINISTERIO , transportes y comunicaciones. 2016. *Manual de ensayos y materiales.* 2016.

—. **2006.** *PRIMER TALLER DE MECANICA DE SUELOS 2006 ASTM D-698, MTC E 116-2000.* 2006.

MINISTERIO, Transporte y Comunicaciones. 2018. 2018.

OPTIMASOIL. 2014. *Productos Nanotecnologicos.* 2014.

PEREZ, Pedro J. 2016. *Advances in Organometallic Chemistry.* s.l. : Academic press, 2016. 9780128206928.

PINTO, Raul. 2010. *Metodologia de la Investigacion.* lima : San marcos, 2010.

Propiedades fisicas de suelos desarrollados sobre margas eocenas en la valanchade jaca. **RAMON Voz, Jose. 2013.** 2013. 0214-8315.

RAE. 1993 . 1993 .

RAMON Voz, Jose. 2013. *Propiedades fisicas de suelos desarrollados sobre margas eocenas en la valancha de jaca.* 2013.

RICO Rodriguez, Alfonso y DEL CASTILLO, Hermilo. 2006. *LA INGENIERIA DE LOS SUELOS EN LAS VIAS TERRESTRES CARRETERAS FERROCARRILES Y AREOPISTAS.* s.l. : EDITORIAL LIMUSA S.A, 2006. 9681800540.

SABINO, Carlos. 2014. *El proceso de investigacion.* s.l. : Episteme, 2014. 9929677070.

SALAS Mercado, Dante. 2017. *Estabilizacion de suelos con adiccion de cemento y aditivo.* puno. JULIACA : s.n., 2017. tesis.

SANCHES, Pedro A. 1981. *Suelos del tropico caracteristicas y manejo.* 1981. 9789290390176.

Técnicas de investigación en Comunicación Social. **GAITAN Moya, J.A. y PIÑUEL Raigada, J.L. (1998).** 1998. s.l. : Síntesis, 1998.

THOMPSON, Louis M y TROEH, Frederick R. 2002. *LOS SUELOS Y SU FERTILIDAD.* 2002. 84-291-1041-0.

USDA. 1999. 1999.

VALARINO, Elizabeth, y otros. 2010. *Metodología de la investigación : paso a paso.* s.l. : Trillas, 2010.

VALDERRAMA Mendoza, Santiago. 2002. *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica:cuantitativa, cualitativa y mixta.* Lima : san marcos, 2002. 978-612-302-878-7.

Vara Horna, Aristides Alfredo. 2015. *7 Pasos para una tesis exitosa.* 2015.

VILLANUEVA. 2017. *propuesta de estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrimida anionica, organosilano y un sulfonatado, CASO: PONCOS- KOCHAYOC, departamento de ANCASH.* lima, UNIVERSIDAD RICARDO PALMA . lima : s.n., 2017. tesis.

VINUEZA Elizalde, Cesar Antonio. 2014. *metodología de diseño de micropavimento de bajo costo para suelo tipo limo orgánico arenoso(OL.* lima : s.n., 2014. tesis.

ZEPEDA.A. 1989. *Distribución de suelos expansivos en la República Mexicana.* 1989.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables y matriz de consistencia

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
ORGANOSILANO	Organosilanes are a new line of chemical products that are made up of atom bonds which are made of silicon and a carbon atom which are assimilated to some hydrocarbons either by their direct bonds.	Para estudiar el comportamiento mediante la aplicación de organosilano se considera necesario las dosificaciones correspondientes basados en antecedentes.	Dosificaciones (%)	0.08% del peso de la muestra del terreno	Razón
				0.13% del peso de la muestra del terreno	
				0.18% del peso de la muestra del terreno	
COMPORTAMIENTO FISICO MECANICO	Comportamiento físico y mecánico cambios que presentes las propiedades de todo tipo de material dependiendo de partículas, las cuales son esenciales ya que de eso depende las variaciones y sus aplicaciones en distintos trabajos.	Para mejorar la subrasante se mezclará con diferentes dosificaciones de organosilanos y se hará un análisis detallado a las respuestas en cuanto al contenido óptimo de humedad, y resistencia.	índice de plasticidad	Límites de Atterberg	Razón
			óptimo contenido de humedad	Proctor Modificado	
			Resistencia	ensayo CBR(resistencia a la compresión simple o capacidad de soporte)	

Página 1

Página 2

Página 3

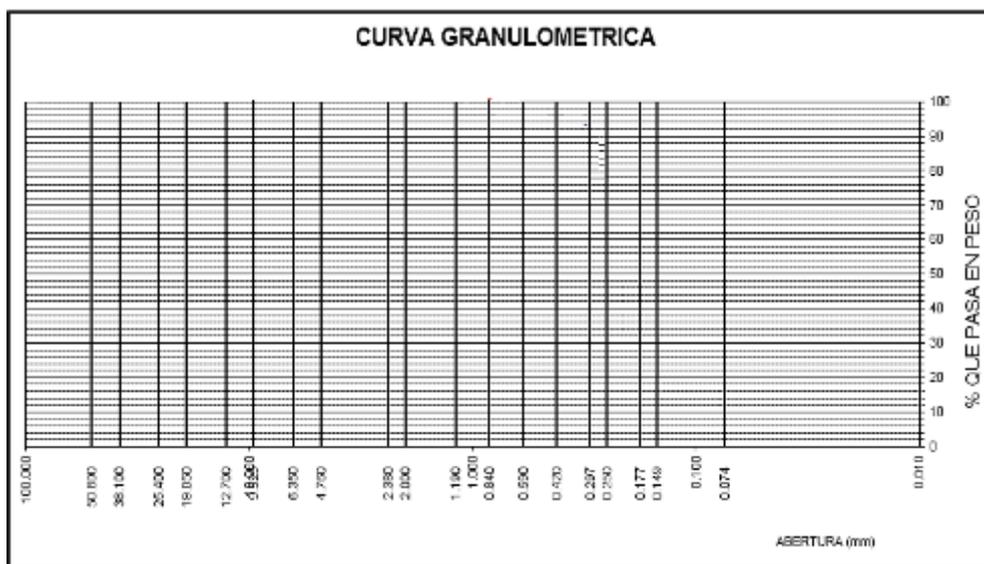
Matriz de consistencia

"Aplicación de Organosilano en el Comportamiento Físico y Mecánico de la subrasante en la Av. Los Geranios Huaral, 2020"						
autor paul hurtado pasache						
problema	objetivo	hipotesis	variable, indicadores e instrumentos			tipo y diseño de investigación
problema general	objetivo general	hipotesis general	v.independiente(Organosilano)			
			dimensiones	indicadores	instrumentos	Diseño : experimental tipo : aplicada nivel: explicativo enfoque: cuantitativo poblacion : av. Los geranios huaral muestra los kilómetros 5, 6 y 7 muestreo dos calicatas ubicados tecnica : observacion directa instrumentos : fichas de recoleccion de datos y ensayos de laboratorio
¿Cómo influye la Aplicación de organosilano en el comportamiento mecánico y físico de la subrasante en la Av. Los Geranios, Huaral 2020?	Determinar la influencia de la Aplicación organosilano en el Comportamiento Mecánico Y Físico de la subrasante En La Av. Los Geranios, Huaral 2020	La aplicacion de organosilano influyen en el mejoramiento del Comportamiento Mecánico Y Físico En La Av. Los Geranios, Huaral 2020	dosificacion	adicion de 0.08% ,0.13% y 0.18%del peso	balanza	
problema específico	objetivo específico	hipotesis específica	v.dependiente(Comportamiento Físico y Mecánico de la subrasante)			
¿Cómo influye el organosilano en indice de plasticidad del suelo a nivel de la subrasante en Av. Los Geranios, Huaral 2020?	Analizar la influencia del organosilano en el indice de plasticidad del suelo a nivel de la subrasante en La Av. Los Geranios, Huaral 2020	el organosilano influye en el indice de plasticidad del suelo a nivel de la subrasante En La Av. Los Geranios, Huaral 2020	diimensiones	indicadores	instrumentos	
			indice de plasticidad	limites de atterberg	copa de Casagrande, penetrómetro de cono inglés	
¿De que manera influye el organosilano en el optimo contenido de humedad del suelo a nivel de la subrasante en Av. Los Geranios, Huaral 2020?	Analizar la influenciadel organosilano en el optimo contenido de humedad del suelo a nivel de la subrasante en La Av. Los Geranios, Huaral 2020	el organosilano influyen en el optimo contenido de humedad del suelo a nivel de la subrasante En La Av. Los Geranios, Huaral 2020	optimo contenido de humedad	proctor modificado	Equipos para medición de CBR y Proctor Modificado	
¿Cómo influye el organosilano en la resistencia a nivel de la subrasante en Av. Los Geranios, Huaral 2020?	Determinar la influencia del organosilano en la resistencia a nivel de la subrasante en Av. Los Geranios, Huaral 2020	Influye de manera positiva utilizar organosilano en la resistencia a nivel de la subrasante En La Av. Los Geranios, Huaral 2020	resistencia	ensayo CBR(resistencia a la compresion simple o capacidad de soporte		

Anexo 2: Instrumentos de recolección de datos

- **Validación 1** por el especialista

ANÁLISIS GRANULOMETRICO							
NORMA TÉCNICA, MTC E107, ASTM D422, AASHTO T 88							
Autor : Paul Hurtado Pasache				Día y fecha:			
Proyecto: Aplicación de organosilano en el comportamiento físico y mecánico de la subrasante en la Av. Los Geranios Huaral, 2020							
Tamices ASTM	Abertura en mm,	Peso retenido	%retenido parcial	%retenido acumulado	% que pasa	Especific.	Descripción de la muestra
2 1/2"							Peso total:
2"							Grava :
1 1/2"							Arena :
1"							N°200 :
3/4"							Cu :
1/2"							LÍMITES DE CONSISTENCIA
3/8"							
1/4"							
N°4							Limite liquido
N°10							Limite plástico
N°20							Índice plástico
N°40							CLASIFICACIÓN DE SUELO
N°50							
N°100							
N°200							A.A.S.H.T.O:
Pasa N°200							S.U.C.S :



Datos del especialista	Firma y sello
Apellidos y nombres: Balcázar Montenegro Walter N° C.I.P : 161027	

- **Validación 1** por el especialista

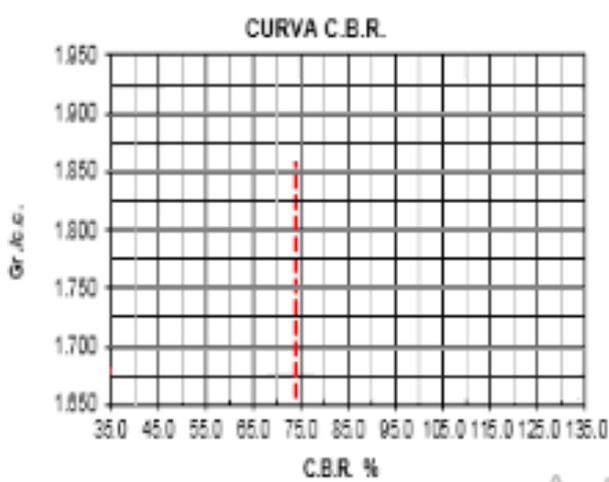
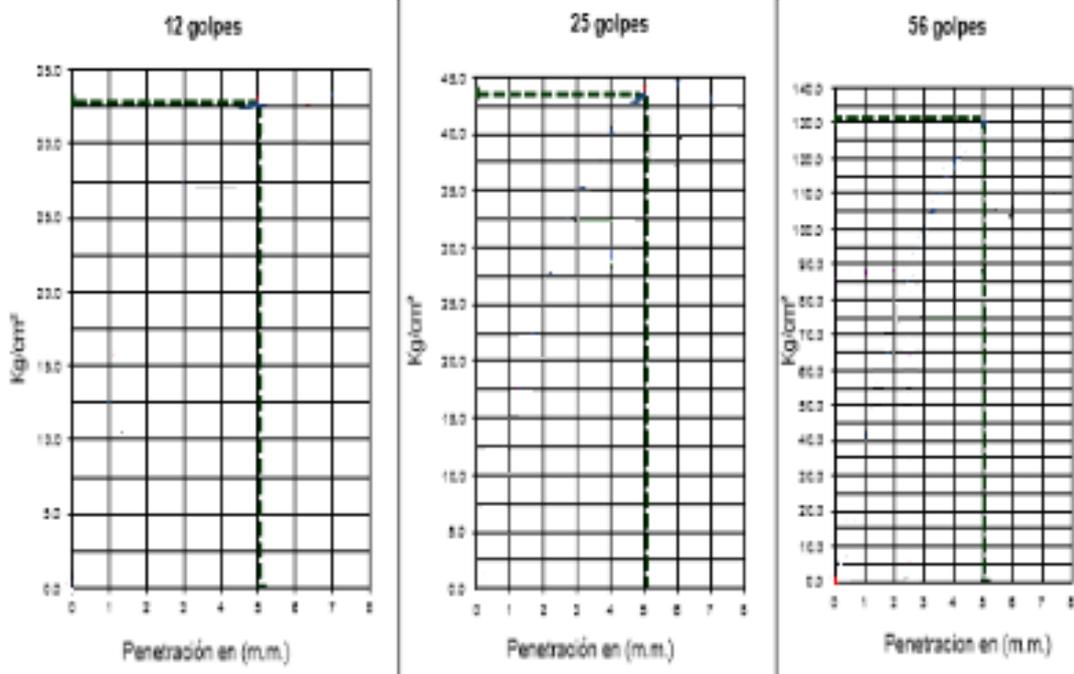
LIMITES DE CONSISTENCIA					
Norma técnica MTC E10- MTC E11, ASM D 438, AASHO 89 – TT-90					
Autor : Paul Hurtado Pasache			Día y fecha:		
Proyecto: Aplicación de organosilano en el comportamiento físico y mecánico de la subrasante en la Av. Los Geranios Huaral, 2020					
LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)					
Nº TARA		13-A	12-A	8-A	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)				
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)				
PESO DE AGUA	(gr.)				
PESO DE LA TARA	(gr.)				
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)				
NUMERO DE GOLPE		32	23	15	
LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)					
Nº TARA		36-A	32-A		PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)				
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)				
PESO DE LA TARA	(gr.)				
PESO DEL AGUA	(gr.)				
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)				

CONENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES

Datos del especialista	Firma y sello
Apellidos y nombres: Balcázar Montenegro Walter Nº C.I.P : 161027	

- **Validación 1** por el especialista

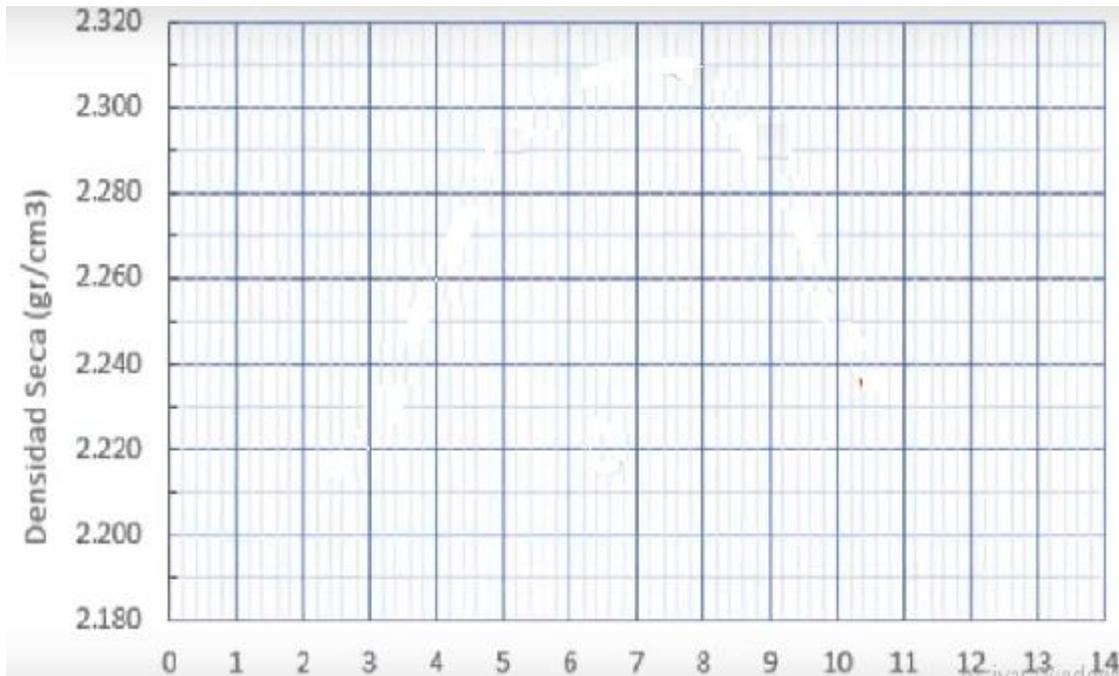
CBR (California Bearing Ratio) NORMA TÉCNICA, MTC E 132, AASHTO T 193, ASTM D 1883.								
Autor : Paul Hurtado Pasache				Día y fecha:				
Proyecto: Aplicación de organosilano en el comportamiento físico y mecánico de la subrasante en la Av. Los Geranios Huaral, 2020								
Molde	N°							
Capas	N°							
Golpes por capa	N°							
Condición de muestra		Hum. optim	Saturado	Hum. Optim	saturado	Hum. Optim	Saturado	
Peso de suelo húmedo o molde	gr							
Peso del molde	Gr							
Volumen del suelo	c.c							
Peso del suelo húmedo	Gr							
Densidad humedad	Gr/c.c							
HUMEDAD								
N° de recipiente								
Peso del suelo húmedo + recip.								
Peso del suelo seco + recip.								
Peso del recipiente								
Peso del agua								
Peso del suelo seco								
Humedad								
Densidad seca								
EXPANSIÓN								
Fecha	Hora	Tiempo Días	Dial (pulg)	Expansión %	Dial (pulg)	Expansión %	Dial (pulg)	Expansión %
PENETRACIÓN								
Penetracion pulgadas	Penetracion m.m	carga		Carga		Carga		
		kg	Kg/cm2	Kg	Kg/cm2	Kg	Kg/cm2	
0.025								
0.050								
0.075								
0.100								
0.150								
0.200								
0.250								
0.300								
ANILLO	CAPACIDAD	SOBRECARGA		K				



Datos del especialista	Firma y sello
Apellidos y nombres: Balcázar Montenegro Walter N° C.I.P : 161027	

- **Validación 1** por el especialista

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO				
NORMA TÉCNICA MTC E 115, AASHTO T 180, ASTM D 1557.				
Autor : Paul Hurtado Pasache		Día y fecha:		
Proyecto: Aplicación de organosilano en el comportamiento físico y mecánico de la subrasante en la Av. Los Geranios Huaral, 2020				
VOLUMEN DEL MOLDE				
PRUEBA N°	1	2	3	4
Peso suelo + molde	Gr			
Peso molde	Gr			
Peso suelo húmedo compactado	Gr			
Peso suelo húmedo + tara	Gr			
Peso del suelo seco+ tara	Gr			
Tara	Gr			
Peso del agua	Gr			
Peso del suelo seco	Gr			
Contenido de agua	%			
Densidad suelo húmedo	Gr/cm3			
Densidad suelo seco	Gr/cm3			
Densidad máxima – MDS(gr/cm3)				
Humedad optima OCH (%)				



Contenido de humedad

Datos del especialista	Firma y sello
Apellidos y nombres: Balcázar Montenegro Walter N° C.I.P : 161027	

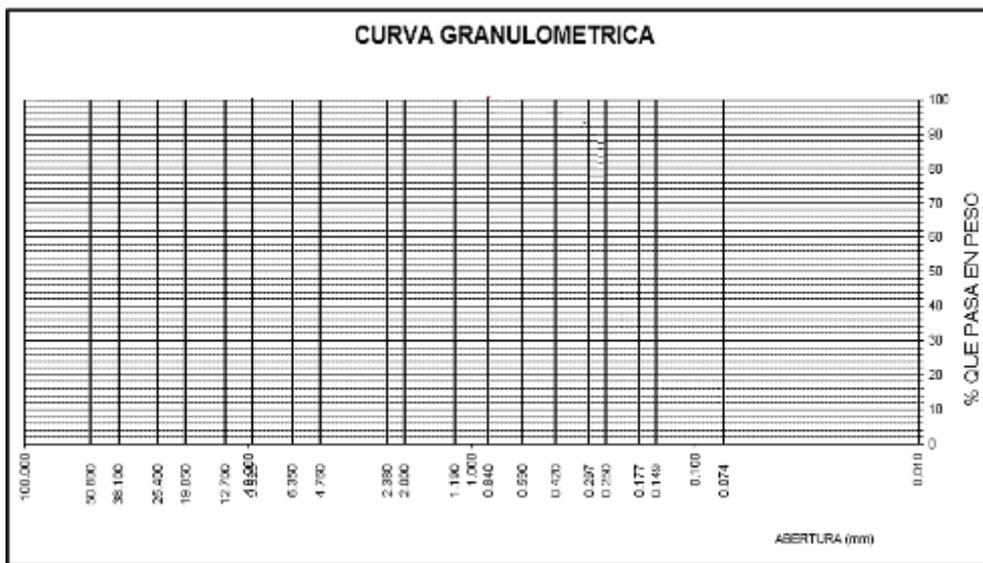
- Validación 1 por el especialista

FICHA DE CONTEO VEHICULAR																				
Autor : Paul Hurtado Pasache										Día y fecha:										
Proyecto: Aplicación de organosilano en el comportamiento físico y mecánico de la subrasante en la Av. Los Geranios Huaral, 2020																				
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONEAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3
DIAGRAMA VEH																				
00	E																			
A	S																			
01	E																			
A	S																			
02	E																			
A	S																			
03	E																			
A	S																			
04	E																			
	S																			

Datos del especialista	Firma y sello
Apellidos y nombres: Balcázar Montenegro Walter N° C.I.P : 161027	

- **Validación 2** por el especialista

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NORMA TÉCNICA, MTC E107, ASTM D422, AASHTO T 88							
Autor : Paul Hurtado Pasache				Día y fecha:			
Proyecto: Aplicación de organosilano en el comportamiento físico y mecánico de la subrasante en la Av. Los Geranios Huaral, 2020							
Tamices ASTM	Abertura en mm,	Peso retenido	%retenido parcial	%retenido acumulado	% que pasa	Especific.	Descripción de la muestra
2 1/2"							Peso total:
2"							Grava :
1 1/2"							Arena :
1"							N°200 :
3/4"							Cu :
1/2"							LÍMITES DE CONSISTENCIA
3/8"							
1/4"							
N°4							Limite liquido
N°10							Limite plástico
N°20							Índice plástico
N°40							CLASIFICACIÓN DE SUELO
N°50							
N°100							A.A.S.H.T.O:
N°200							S.U.C.S :
Pasa N°200							



Datos del especialista	Firma y sello
Apellidos y nombres: Rojas Morales Omar Antonio Giovanni N° C.I.P: 217000	 OMAR ANTONIO GIOVANNI ROJAS MORALES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 217000

- Validación 2 por el especialista

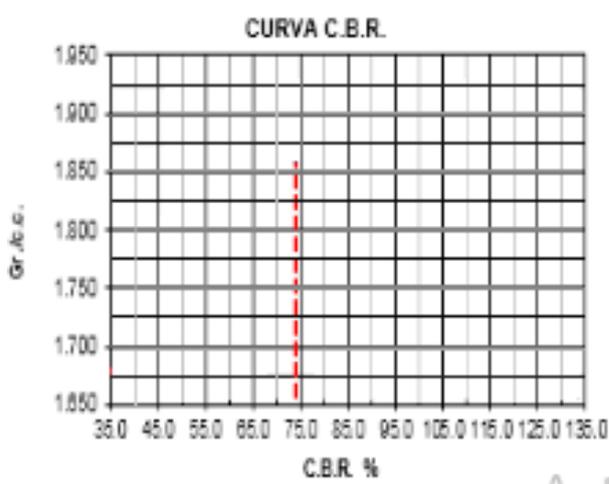
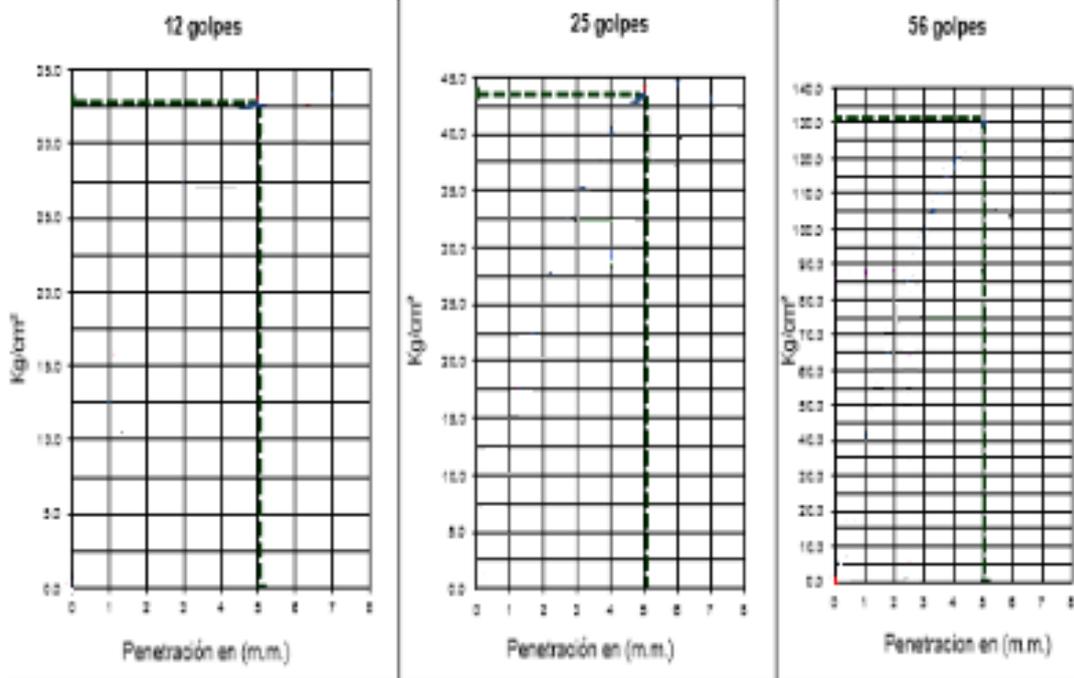
LIMITES DE CONSISTENCIA					
Norma técnica MTC E10- MTC E11, ASM D 438, AASHTO 89 – TT-90					
Autor : Paul Hurtado Pasache			Día y fecha:		
Proyecto: Aplicación de organosilano en el comportamiento físico y mecánico de la subrasante en la Av. Los Geranios Huaral, 2020					
LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)					
Nº TARA		13-A	12-A	8-A	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)				
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)				
PESO DE AGUA	(gr.)				
PESO DE LA TARA	(gr.)				
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)				
NUMERO DE GOLPE		32	23	15	
LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)					
Nº TARA		36-A	32-A		PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)				
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)				
PESO DE LA TARA	(gr.)				
PESO DEL AGUA	(gr.)				
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)				

CONENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES

Datos del especialista	Firma y sello
Apellidos y nombres: Rojas Morales Omar Antonio Giovanni Nº C.I.P: 217000	

- Validación 2 por el especialista

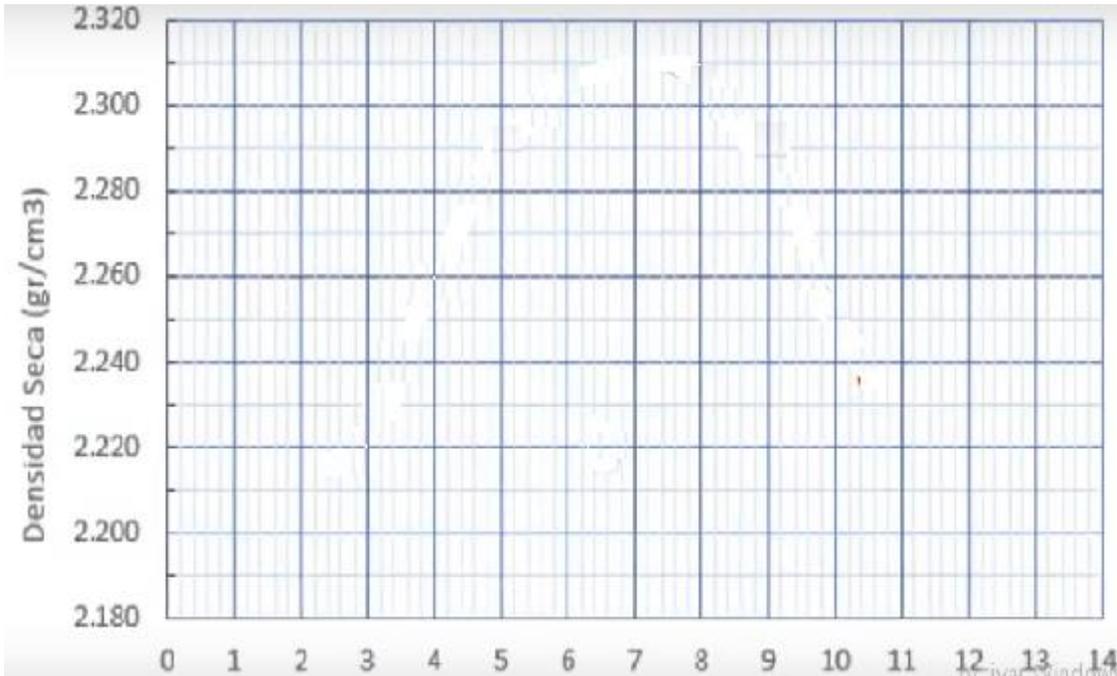
CBR (California Bearing Ratio) NORMA TÉCNICA, MTC E 132, AASHTO T 193, ASTM D 1883.								
Autor : Paul Hurtado Pasache				Día y fecha:				
Proyecto: Aplicación de organosilano en el comportamiento físico y mecánico de la subrasante en la Av. Los Geranios Huaral, 2020								
Molde	N°							
Capas	N°							
Golpes por capa	N°							
Condición de muestra		Hum. optim	Saturado	Hum. Optim	saturado	Hum. Optim	Saturado	
Peso de suelo húmedo o molde	gr							
Peso del molde	Gr							
Volumen del suelo	c.c							
Peso del suelo húmedo	Gr							
Densidad humedad	Gr/c.c							
HUMEDAD								
N° de recipiente								
Peso del suelo húmedo + recip.								
Peso del suelo seco + recip.								
Peso del recipiente								
Peso del agua								
Peso del suelo seco								
Humedad								
Densidad seca								
EXPANSIÓN								
Fecha	Hora	Tiempo Días	Dial (pulg)	Expansión %	Dial (pulg)	Expansión %	Dial (pulg)	Expansión %
PENETRACIÓN								
Penetracion pulgadas	Penetracion m.m	carga		Carga		Carga		
		kg	Kg/cm2	Kg	Kg/cm2	kg	Kg/cm2	
0.025								
0.050								
0.075								
0.100								
0.150								
0.200								
0.250								
0.300								
ANILLO	CAPACIDAD	SOBRECARGA		K				



Datos del especialista	Firma y sello
Apellidos y nombres: Rojas Morales Omar Antonio Giovanni N° C.I.P: 217000	 OMAR ANTONIO GIOVANNI ROJAS MORALES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 217000

- **Validación 2** por el especialista

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO				
NORMA TÉCNICA MTC E 115, AASHTO T 180, ASTM D 1557.				
Autor : Paul Hurtado Pasache		Día y fecha:		
Proyecto: Aplicación de organosilano en el comportamiento físico y mecánico de la subrasante en la Av. Los Geranios Huaral, 2020				
VOLUMEN DEL MOLDE				
PRUEBA N°	1	2	3	4
Peso suelo + molde	Gr			
Peso molde	Gr			
Peso suelo húmedo compactado	Gr			
Peso suelo húmedo + tara	Gr			
Peso del suelo seco+ tara	Gr			
Tara	Gr			
Peso del agua	Gr			
Peso del suelo seco	Gr			
Contenido de agua	%			
Densidad suelo húmedo	Gr/cm3			
Densidad suelo seco	Gr/cm3			
Densidad máxima – MDS(gr/cm3)				
Humedad optima OCH (%)				



Contenido de humedad

Datos del especialista	Firma y sello
Apellidos y nombres: Rojas Morales Omar Antonio Giovanni N° C.I.P: 217000	 <small>OMAR ANTONIO GIOVANNI ROJAS MORALES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 217000</small>

- Validación 2 por el especialista

FICHA DE CONTEO VEHICULAR																			
Autor : Paul Hurtado Pasache										Día y fecha:									
Proyecto: Aplicación de organosilano en el comportamiento físico y mecánico de la subrasante en la Av. Los Geranios Huaral, 2020																			

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONEAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	3S3	2T2	2T3	3T2	3T3
DIAGRAMA VEH																				
00	E																			
A	S																			
01	E																			
A	S																			
02	E																			
A	S																			
03	E																			
A	S																			
04	E																			
	S																			

Datos del especialista Apellidos y nombres: Rojas Morales Omar Antonio Giovanni N° C.I.P: 217000	Firma y sello <div style="text-align: center;">  <small>OMAR ANTONIO GIOVANNI ROJAS MORALES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 217000</small> </div>
---	--

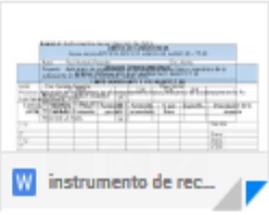
- **validación 3** por el especialista

Validacion de instrumento Recibidos x

Paul dgk <poolhp3@gmail.com> 15:01 (hace 49 minutos) ☆ ↶
para jibenites8411 ▾

ingeniero me es grato dirigirme a usted , soy el alumno Paul Hurtado Pasache del IX ciclo de la carrera de ingeniería civil con DNI 47569126 con el codigo de estudiante : 6700259159, me encuentro cursando el curso de Proyecto de Investigación me dirigo con el fin de pedirle encarecidamente que usted pueda validar mis instrumentos de recolección de datos de mi proyecto " Aplicacion de organosilanos en el comportamiento fisico y mecanico de la subrasante en la Av. Los Geranios Huaral,2020"

Le adjuno el documento el cual contiene los instrumentos de recolección.



JOSE LUIS 15:41 (hace 8 minutos) ☆ ↶
para mí ▾

Estimado (a). Paul Hurtado Pasache

Habiendo revisado tus instrumentos para a recolección de datos, de tu PI titulado " Aplicacion de organosilanos en el comportamiento fisico y mecanico de la subrasante en la Av. Los Geranios Huaral,2020", doy por **VALIDADO** para que pueda aplicar en su desarrollo de tesis.

Atte. Mg. Jose Luis Benites Zuñiga
Ingeniero Civil
CIP 126769

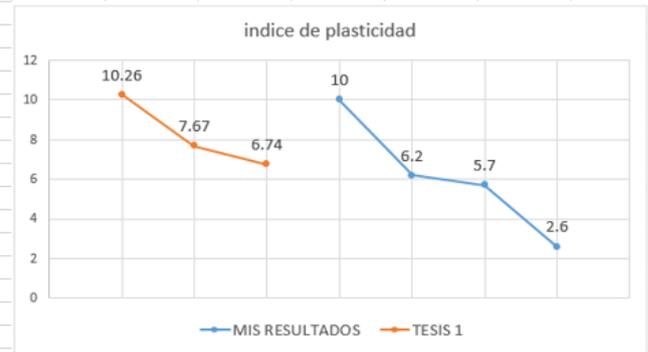
Activar Windows

Anexo 5: hojas de cálculos

Límites de Consistencia

mis resultados	
LÍMITES DE	Índice Plástico (IP)
C-1,M-1	10
C-1,M-1 + 0.08	6.2
C-1,M-1 + 0.13	5.7
C-1,M-1 + 0.18	2.6

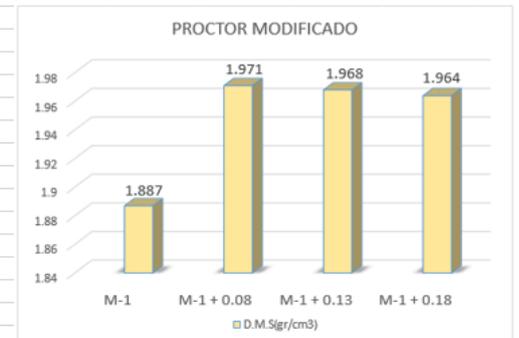
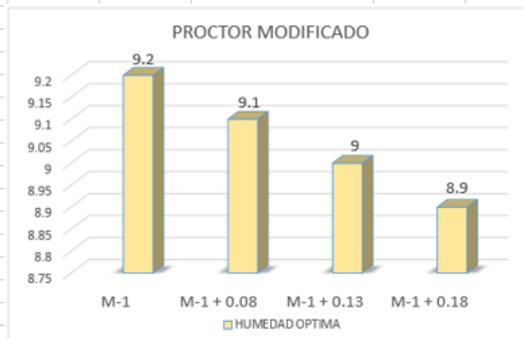
cuadro comparativo		
LÍMITES DE	Índice Plástico (IP)	TESIS
C-1,M-1	10	10.26
C-1,M-1 + 0.08	6.2	7.67
C-1,M-1 + 0.13	5.7	6.74
C-1,M-1 + 0.18	2.6	



Proctor modificado

PROCTOR MODIFICADO	HUMEDAD OPTIMA (%)
M-1	9.2
M-1 + 0.08	9.1
M-1 + 0.13	9
M-1 + 0.18	8.9

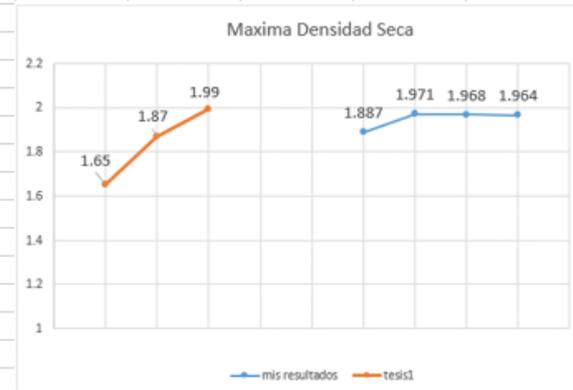
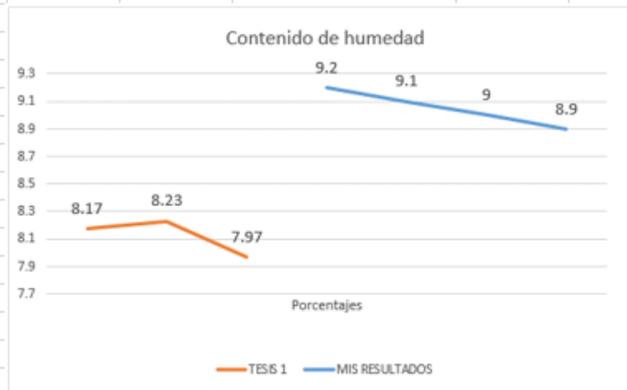
PROCTOR MODIFICADO	D.M.S(gr/cm3)
M-1	1.887
M-1 + 0.08	1.971
M-1 + 0.13	1.968
M-1 + 0.18	1.964



Proctor modificado

cuadro comparativo		
PROCTOR MODIFICADO	D.M.S(gr/cm3)	TESIS 2
PATRON	1.887	1.65
PATRON + PROCENTAJE 1	1.971	1.87
PATRON + PROCENTAJE 2	1.968	1.99
PATRON + PROCENTAJE 3	1.964	

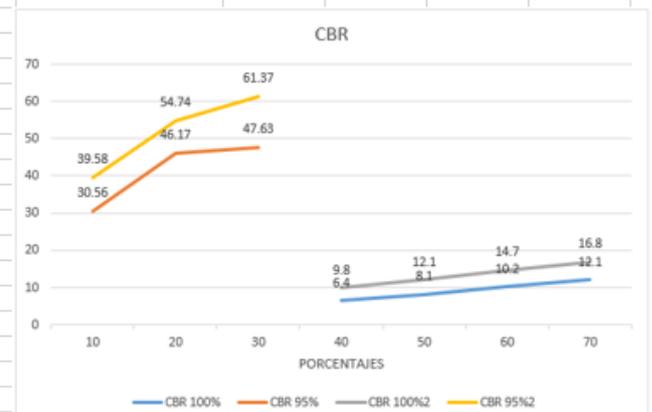
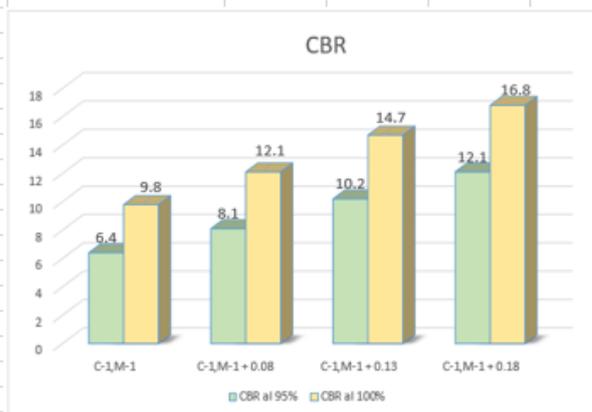
cuadro comparativo		
PROCTOR MODIFICADO	HUMEDAD C	TESIS 2
PATRON	9.2	8.17
PATRON + PROCENTAJE 1	9.1	8.23
PATRON + PROCENTAJE 2	9	7.97
PATRON + PROCENTAJE 3	8.9	



CBR

MUESTRAS	CBR	
	CBR al 95%	CBR al 100%
C-1,M-1	6.4	9.8
C-1,M-1+0.08	8.1	12.1
C-1,M-1+0.13	10.2	14.7
C-1,M-1+0.18	12.1	16.8

MUESTRAS	cuadro comparativo			
	CBR (mis resultados)		tesis 1	
	CBR al 95%	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%
PATRON	6.4	9.8	30.56	39.58
PATRON + PROCENTAJE 1	8.1	12.1	46.17	54.47
PATRON + PROCENTAJE 2	10.2	14.7	47.63	61.37
PATRON + PROCENTAJE 3	12.1	16.8		



Anexo 6: Panel fotográfico



Foto 1. Separación de la muestra



Foto 2. moldes



Foto 3. sumergido de moldes



Foto 4. limite plástico



Foto 5. Llenado de moldes



Foto 6. clasificación de suelo



Foto 7. taras



Foto 8. Límites de consistencia



Foto 9. Peso retenido



Foto 10. Peso de la muestra



Foto 11. CBR



Foto 12. CBR



Foto 13.CBR



Foto 14. CBR



Foto 15.CBR



Foto 16. CBR



Foto 17.CBR



Foto 18.CBR



Foto 19.CBR

Anexo 7: Certificado de laboratorio



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

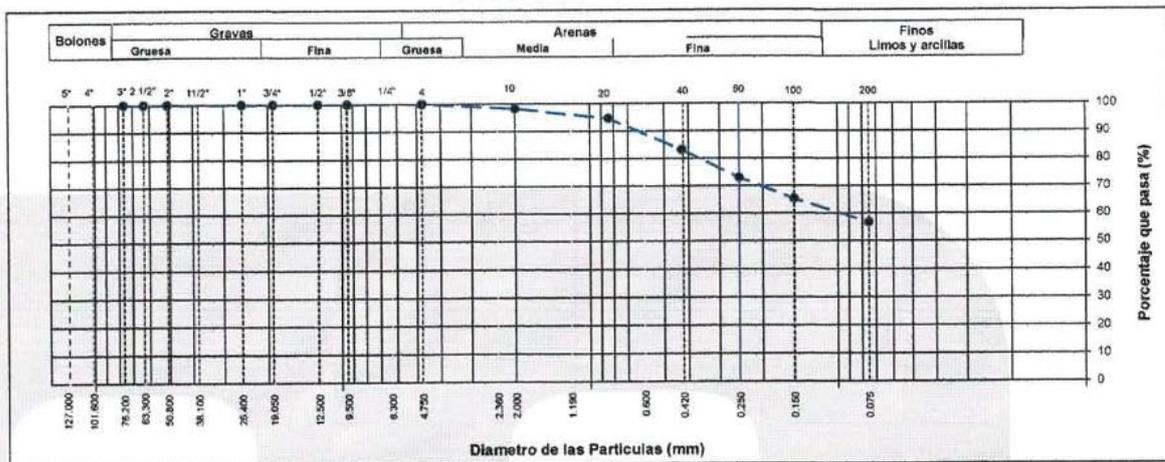
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LAB-MS-001
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	31/12/2019

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
 ASTM D6913 / MTC E - 204

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio	Fecha de ensayo:	02/10/2020
SOLICITANTE	: Paul Hurtado Pasache		
TESIS	: "Aplicación de organos silanos en el comportamiento físico y mecánico de la subrasante en la Av. Los Geranios Huaral, 2020"		
UBICACIÓN	: Lima		
CALICATA	: C-1		
MUESTRA	: M-1		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN BASE GRADACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
5"	127.000	100.0	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216) Contenido Humedad (%) 9.1 LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318) Límite Líquido (LL) 29 Límite Plástico (LP) 19 Índice Plástico (IP) 10 Grava (%) 0.0 Arena (%) 43.4 Finos (%) 56.6 CLASIFICACIÓN DE SUELOS Clasificación SUCS (ASTM D2487) CL Clasificación AASHTO (D3282) A-2-4 (0) Nombre del Grupo Arcilla de baja plasticidad con arena INDICACIONES: El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C hasta masa constante.
4"	101.600	100.0		
3"	76.200	100.0		
2 1/2"	63.300	100.0		
2"	50.800	100.0		
1 1/2"	38.100	100.0		
1"	25.400	100.0		
3/4"	19.000	100.0		
1/2"	12.500	100.0		
3/8"	9.500	100.0		
Nº 4	4.750	100.0		
Nº 10	2.000	98.2		
Nº 20	0.840	94.6		
Nº 40	0.425	83.1		
Nº 60	0.250	73.1		
Nº 80	0.177	73.1		
Nº 100	0.150	65.5		
Nº 200	0.075	56.6		
< Nº 200	FONDO			

CURVA GRANULOMETRICA



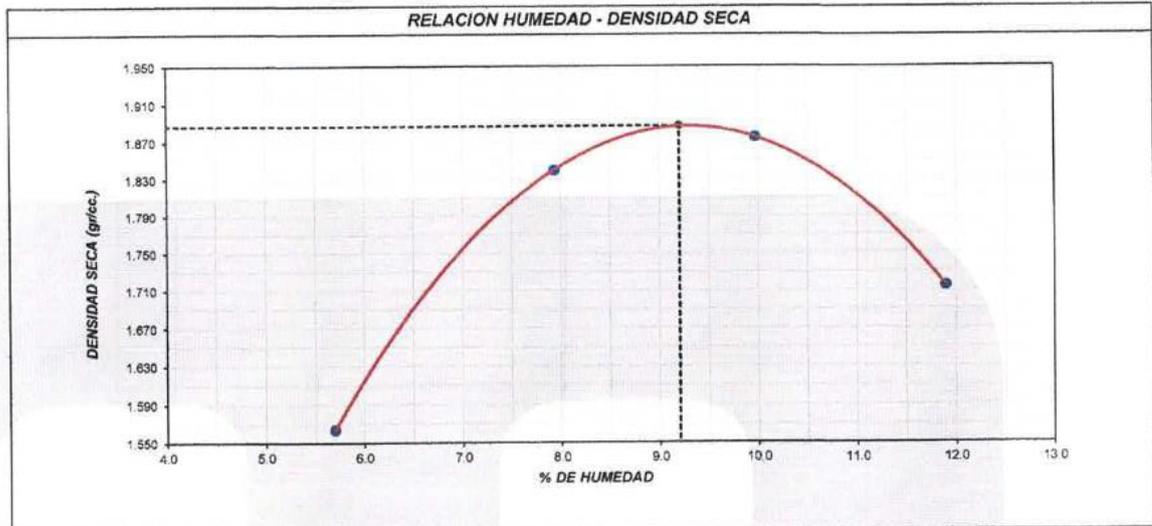
OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos Concreto Asfalto Eimer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C. P. N° 210906	Aprobado por: MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	31/12/2019
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1557 / MTC E - 115			
REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : Paul Hurtado Pasache TESIS : "Aplicación de organos silanos en el comportamiento físico y mecánico de la subrasante en la Av. Los Geranos Huaral, 2020" UBICACIÓN : Lima CALICATA : C-1 Fecha de ensayo: 02/10/2020 MUESTRA : PATRÓN PROFUNDIDAD : 1.50 m			
		Volumen Molde	937 cm ³
		Peso Molde	3826 gr.

Activar Windows
 Ve a Configuración para activar Windows



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	--	--

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	JJG
		Fecha	16/03/2020

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1883 / MTC E - 132

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Paul Hurtado Pasache
TESIS	: "Aplicación de organos silanos en el comportamiento físico y mecánico de la subrasante en la Av. Los Geranios Huaral ,2020"
UBICACIÓN	: Lima
CALICATA	: C-1 Fecha de ensayo : 6-10-2020
MUESTRA	: PATRÓN
PROFUNDIDAD	: 1.50 m

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

	D		F		15	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°						
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra						
Peso suelo + molde (gr.)	12.631		11.959		11.936	
Peso molde (gr.)	8.251		7.774		8.129	
Peso suelo compactado (gr.)	4.380		4.185		3.807	
Volumen del molde (cm³)	2.131		2.141		2.141	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2.055		1.955		1.778	
Humedad (%)	9.1		9.2		9.1	
Densidad Seca (gr./cm³)	1.883		1.791		1.629	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tara+suelo húmedo (gr.)	621.2	618.4	608.5
Tara+suelo seco (gr.)	569.2	566.5	557.6
Peso de agua (gr.)	52.0	51.9	50.9
Peso de tara (gr.)			
Peso de suelo seco (gr.)	569.2	566.5	557.6
Humedad (%)	9.1	9.2	9.1

EXPANSIÓN

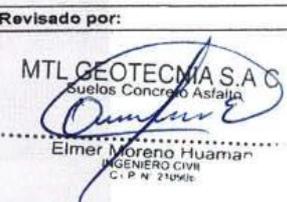
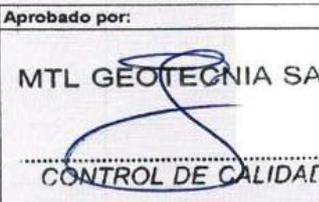
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
3-Oct	08:35:00	24	15	0.38	0.33	17	0.43	0.37	18	0.46	0.39
4-Oct	08:35:00	48	19	0.48	0.41	24	0.61	0.52	33	0.84	0.72
5-Oct	08:35:00	72	23	0.58	0.50	28	0.71	0.61	35	0.89	0.76
6-Oct	08:35:00	96	23	0.58	0.50	29	0.74	0.63	37	0.94	0.81

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	D				F				Molde N° 15			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %
0.025		35	1.8			15	0.8			10	0.5		
0.050		70	3.6			48	2.4			19	1.0		
0.075		101	5.1			71	3.6			28	1.4		
0.100	70.307	124	6.3	6.9	9.8	85	4.3	4.5	6.4	35	1.8	1.7	2.4
0.150		184	9.3			119	6.0			48	2.4		
0.200	105.460	245	12.4	11.4	10.8	149	7.6	7.6	7.2	59	3.0	2.9	2.7
0.300		302	15.3			195	9.9			69	3.5		
0.400		371	18.8			235	11.9			78	4.0		
0.500		602	30.6			284	14.4			86	4.4		

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

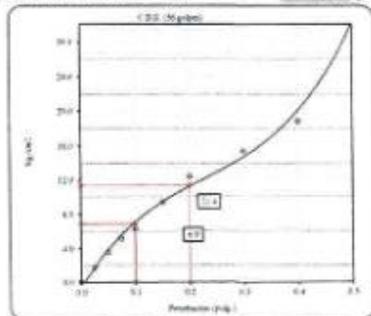
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	16/03/2020
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: Paul Hurtado Pasache		
TESIS	: "Aplicación de organos silanos en el comportamiento físico y mecánico de la subrasante en la Av. Los Geranios Huaral, 2020"		
UBICACIÓN	: Lima		
CALICATA	: C-1	Fecha de ensayo	: 8-10-2020
MUESTRA	: PATRÓN		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca _____ 1.887 gr/cm³

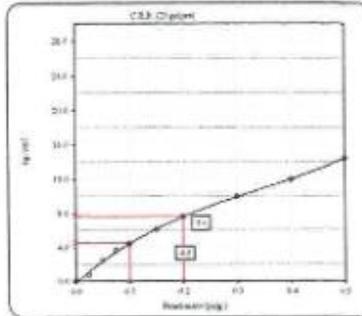
Máxima Densidad Seca al 95% _____ 1.793 gr/cm³

Óptimo Contenido de Humedad _____ 9.20 %



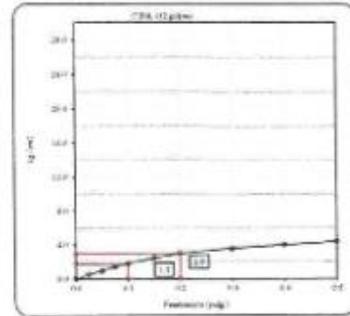
C.B.R. (0.1') 56 GOLPES :

9.8 %



C.B.R. (0.1') 25 GOLPES :

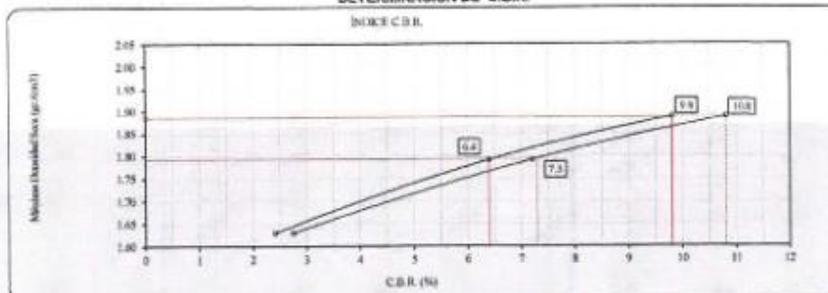
6.4 %



C.B.R. (0.1') 12 GOLPES :

2.4 %

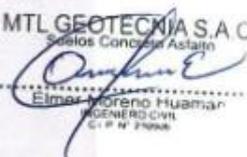
DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1' : 9.8 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1' : 6.4 %
 C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2' : 10.8 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2' : 7.3 %

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos Concreto Asfalto Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C. R. N. 21966	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Activa
Ve a Cor

Activa
Ve a Cor

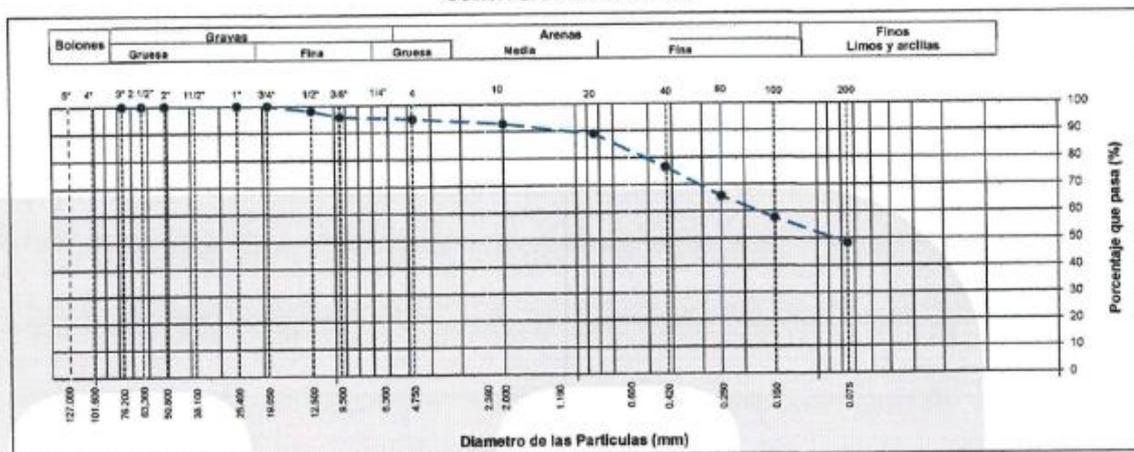
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-LAB-MS-001
		Revisión	2
		Aprobado	CG-MTL
		Fecha	31/12/2019

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D6913 / MTC E - 204

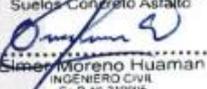
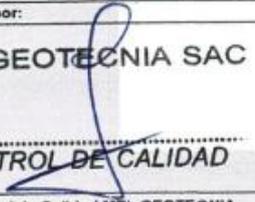
REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio	Fecha de ensayo:	02/10/2020
SOLICITANTE	: Paul Hurtado Pasache		
TESIS	: "Aplicación de organos silanos en el comportamiento físico y mecánico de la subrasante en la Av. Los Geranios Huaral, 2020"		
UBICACIÓN	: Lima		
CALICATA	: C-2		
MUESTRA	: M-1		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN BASE GRADACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
5"	127.000	100.0	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216) Contenido Humedad (%) : 5.3 LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318) Limite Líquido (LL) : 27 Limite Plástico (LP) : 19 Índice Plástico (IP) : 8 Grava (%) : 5.3 Arena (%) : 46.5 Finos (%) : 48.2 CLASIFICACIÓN DE SUELOS Clasificación SUCS (ASTM D2487) : CL Clasificación AASHTO (D3282) : A-2-4 (0) Nombre del Grupo : Arcilla de baja plasticidad con arena INDICACIONES: El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110 ± 5°C hasta masa constante.
4"	101.600	100.0		
3"	76.200	100.0		
2 1/2"	63.300	100.0		
2"	50.800	100.0		
1 1/2"	38.100	100.0		
1"	25.400	100.0		
3/4"	19.000	100.0		
1/2"	12.500	98.1		
3/8"	9.500	95.7		
Nº 4	4.750	94.7		
Nº 10	2.000	92.7		
Nº 20	0.840	88.9		
Nº 40	0.425	76.5		
Nº 60	0.250	65.8		
Nº 80	0.177	65.8		
Nº 100	0.150	57.7		
Nº 200	0.075	48.2		
< Nº 200	FONDO			

CURVA GRANULOMETRICA



- OBSERVACIONES:**
- Muestra provista e identificada por el solicitante.
 - El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
 - Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

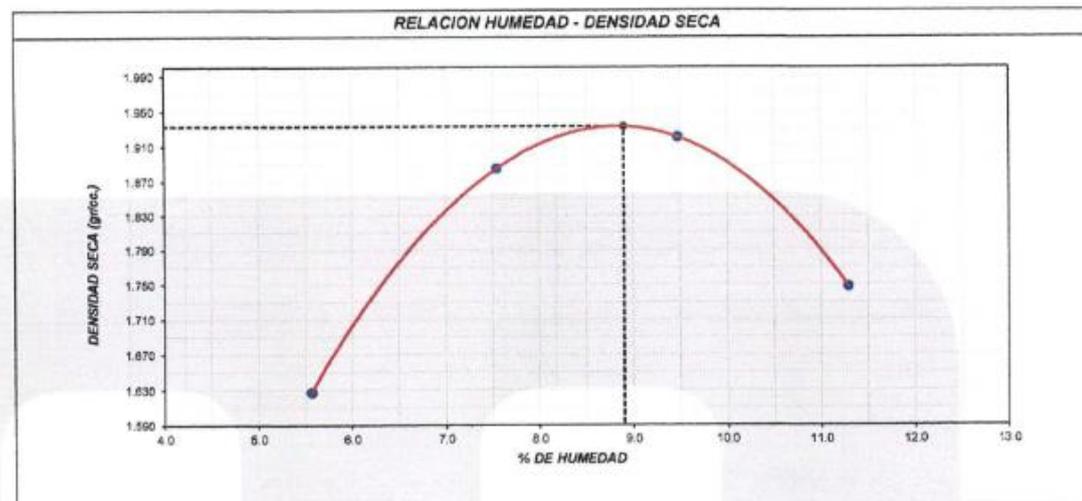
Elaborado por: 	Revisado por: MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos, Concreto, Asfalto  Simón Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. Nº 210905	Aprobado por: MTL GEOTECNIA SAC  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	31/12/2019
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1557 / MTC E - 115			
REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : Paul Hurtado Pasache TESIS : "Aplicación de organos silanos en el comportamiento físico y mecánico de la subrasante en la Av. Los Geranios Huaral, 2020" UBICACIÓN : Lima CALICATA : C-2 Fecha de ensayo: 02/10/2020 MUESTRA : PATRÓN PROFUNDIDAD : 1.50 m			

Volumen Molde	937	cm ³
Peso Molde	3826	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	5,436	5,725	5,796	5,648	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,610	1,899	1,970	1,822	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,718	2,027	2,102	1,945	
Recipiente Numero		3	1	8	6	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	658.9	669.2	670.5	658.6	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	630.5	630.8	623.1	603.8	
Peso de la Tara	gr.	120.2	121.8	122.8	118.4	
Peso del agua	gr.	28.4	38.4	47.4	54.8	
Peso del suelo seco	gr.	510	509	500	485	
Contenido de agua	%	5.6	7.5	9.5	11.3	
Densidad Seca	gr/cc	1.628	1.885	1.921	1.747	

Densidad Máxima Seca:	1.933	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Optima:	8.9	%
------------------------------	-------	----------------------	----------------------------------	-----	---



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

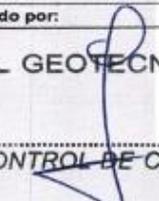
Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C. P. N° 219006 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	--	---

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA		Código	FOR-LAB-MS-015
			Revisión	2
			Aprobado	JJG
			Fecha	16/03/2020
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132				
REFERENCIA SOLICITANTE	: Datos de laboratorio : Paul Hurtado Pasache			
TESIS	: "Aplicación de organos silanos en el comportamiento físico y mecánico de la subrasante en la Av. Los Geranios Huaral, 2020"			
UBICACIÓN	: Lima			
CALICATA	: C-2	Fecha de ensayo	: 6-10-2020	
MUESTRA	: PATRÓN			
PROFUNDIDAD	: 1.50 m			

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
g	F			10			17						
Número de capas	5			5			5						
Número de golpes	56			25			12						
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO					
Peso suelo + molde (gr.)	12.520			12.582			11.758						
Peso molde (gr.)	8.165			8.336			7.749						
Peso suelo compactado (gr.)	4.355			4.246			4.009						
Volumen del molde (cm ³)	2.068			2.135			2.131						
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2.106			1.989			1.881						
Humedad (%)	8.9			9.0			9.0						
Densidad Seca (gr./cm ³)	1.935			1.825			1.726						
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Tara+suelo húmedo (gr.)	633.8			628.4			615.4						
Tara+suelo seco (gr.)	582.2			576.5			564.5						
Peso de agua (gr.)	51.6			51.9			50.9						
Peso de tara (gr.)													
Peso de suelo seco (gr.)	582.2			576.5			564.5						
Humedad (%)	8.9			9.0			9.0						
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión			
				mm	%		mm	%		mm	%		
3-Oct	08:35:00	24	14	0.36	0.31	15	0.38	0.33	17	0.43	0.37		
4-Oct	08:35:00	48	17	0.43	0.37	19	0.48	0.41	21	0.53	0.46		
5-Oct	08:35:00	72	21	0.53	0.46	23	0.58	0.50	29	0.74	0.63		
6-Oct	08:35:00	96	21	0.53	0.46	27	0.69	0.59	32	0.81	0.70		
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	F				Molde N° 10				Molde N° 17			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg.	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	kg.	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	kg.	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %
0.025		41	2.1			18	0.9			13	0.7		
0.050		84	4.3			59	3.0			28	1.4		
0.075		119	6.0			86	4.4			36	1.8		
0.100	70.307	134	6.8	7.9	11.2	98	5.0	4.9	7.0	42	2.1	2.1	3.0
0.150		198	10.1			132	6.7			59	3.0		
0.200	105.460	264	13.4	12.6	11.9	165	8.4	8.8	8.3	88	3.5	3.4	3.2
0.300		339	17.2			238	12.0			72	3.7		
0.400		396	20.1			269	13.7			89	4.5		
0.500		658	33.4			315	16.0			97	4.9		

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

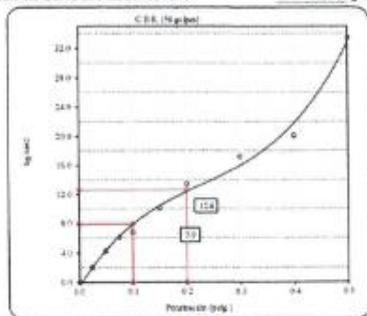
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	16/03/2020
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : Paul Hurtado Pasache TESIS : "Aplicación de organos silanos en el comportamiento físico y mecánico de la subrasante en la Av. Los Geranios Huaral, 2020" UBICACIÓN : Lima CALICATA : C-2 Fecha de ensayo : 6-10-2020 MUESTRA : PATRÓN PROFUNDIDAD : 1.50 m			

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca : 1.935 gr/cm³
 Máxima Densidad Seca al 95% : 1.836 gr/cm³

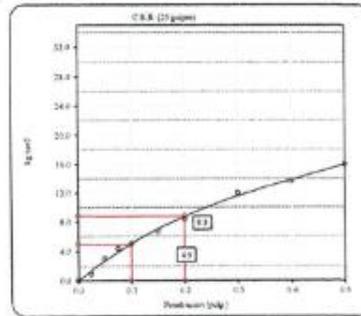
Optimo Contenido de Humedad

8.90 %



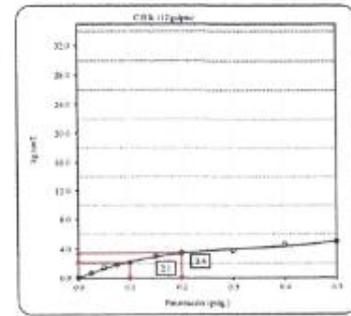
C.B.R. (0.1') 56 GOLPES :

11.2 %



C.B.R. (0.1') 25 GOLPES :

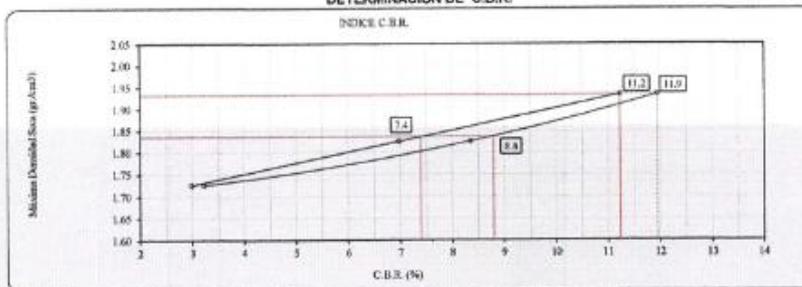
7.0 %



C.B.R. (0.1') 12 GOLPES :

3.0 %

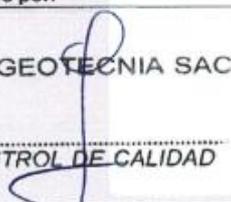
DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1' : 11.2 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1' : 7.4 %
 C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2' : 11.9 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2' : 8.8 %

OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

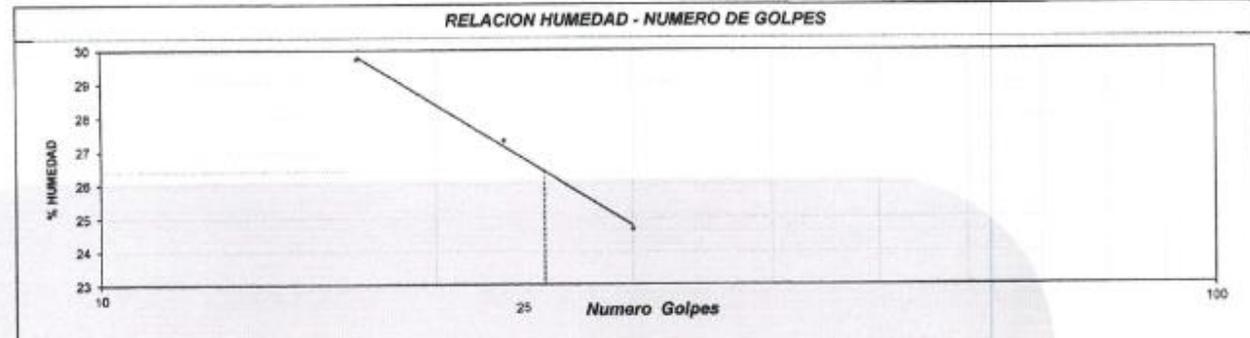
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	31/12/2019

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
 ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio	
SOLICITANTE	: Paul Hurtado Pasache	
TESIS	: "Aplicación de organos silanos en el comportamiento físico y mecánico de la subrasante en la Av. Los Geranos Huaral, 2020"	
UBICACIÓN	: Lima	Fecha de ensayo: 2/10/2020
CALICATA	: C-1	
MUESTRA	: TERRASIL 0.08%	
PROFUNDIDAD	: 1.50 m	

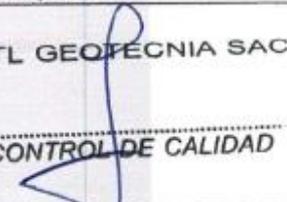
DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40					
		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nro. de Recipiente		D	12	F	14	19	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	30.94	31.02	30.75	21.15	20.95	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	27.06	27.26	27.41	19.78	19.65	
Peso de Recipiente (C)	gr.	13.96	13.58	13.67	12.97	13.24	
Peso del Agua (A-B)	gr.	3.89	3.74	3.34	1.37	1.30	
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	13.09	13.70	13.54	6.81	6.41	
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	29.72	27.30	24.67	20.12	20.28	
N° De Golpes		17	23	30			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	26.4	20.2	6.2



OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

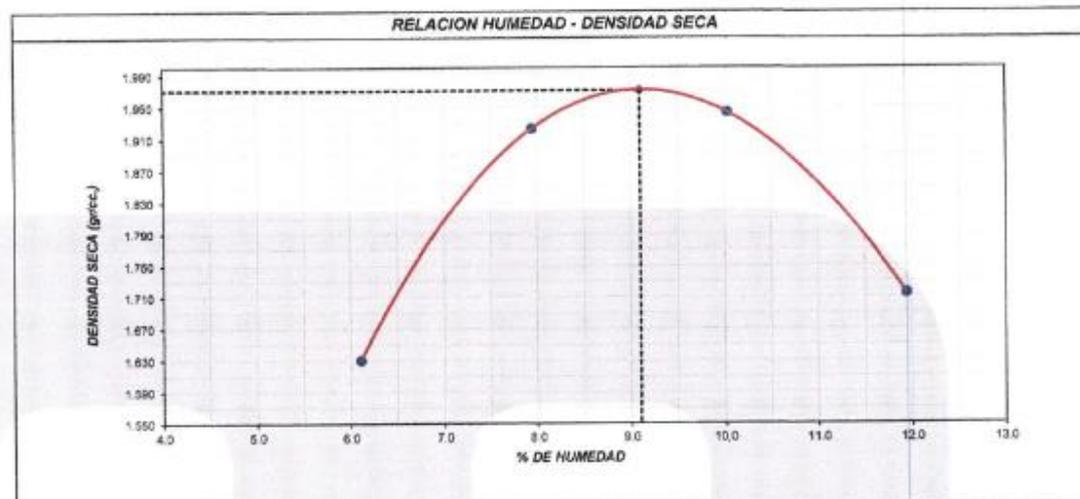
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 MTL GEOTECNIA S.A.C Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	31/12/2019
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1557 / MTC E - 115			
REFERENCIA		: Datos de laboratorio	
SOLICITANTE		: Paul Hurtado Pasache	
TESIS		: "Aplicación de organos silanos en el comportamiento físico y mecánico de la subrasante en la Av. Los Geranios Huaral, 2020"	
UBICACIÓN		: Lima	
CALICATA		: C-1	
MUESTRA		: TERRASIL (0.08%)	
PROFUNDIDAD		: 1.50 m	
		Fecha de ensayo: 02/10/2020	

Volumen Molde	937	cm ³
Peso Molde	3826	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	5,447	5,771	5,829	5,824	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,621	1,945	2,003	1,798	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,730	2,076	2,138	1,919	
Recipiente Numero		7	4	2	9	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	677.2	671.2	652.4	632.1	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	645.2	630.8	604.0	577.8	
Peso de la Tara	gr.	121.5	122.3	121.7	123.1	
Peso del agua	gr.	32.0	40.4	48.4	54.3	
Peso del suelo seco	gr.	524	509	482	455	
Contenido de agua	%	6.1	7.9	10.0	11.9	
Densidad Seca	gr/cc	1.630	1.923	1.943	1.714	

Densidad Máxima Seca:	1.971	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Optima:	9.1 %
------------------------------	-------	----------------------	----------------------------------	-------



- OBSERVACIONES:**
- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 - * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	JJG
		Fecha	16/03/2020
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : Paul Hurtado Pasache TESIS : "Aplicación de organos silanos en el comportamiento físico y mecánico de la subrasante en la Av. Los Geranios Huaral, 2020" UBICACIÓN : Lima CALICATA : C-1 Fecha de ensayo : 6-10-2020 MUESTRA : TERRASIL (0.08%) PROFUNDIDAD : 1.50 m			

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde Nº	E				F				B				
Número de capas	5				5				5				
Número de golpes	56				25				12				
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		
Peso suelo + molde (gr.)	12,305				12,139				12,912				
Peso molde (gr.)	7,780				7,774				8,997				
Peso suelo compactado (gr.)	4,525				4,365				4,015				
Volumen del molde (cm ³)	2,103				2,141				2,085				
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2,152				2,039				1,926				
Humedad (%)	9.1				9.1				9.0				
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,873				1,898				1,766				
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Tara+suelo húmedo (gr.)	532.8				629.8				644.3				
Tara+suelo seco (gr.)	580.2				577.2				590.9				
Peso de agua (gr.)	52.6				52.6				53.4				
Peso de tara (gr.)													
Peso de suelo seco (gr.)	580.2				577.2				590.9				
Humedad (%)	9.1				9.1				9.0				
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión			
				mm	%		mm	%		mm	%		
3-Oct	06:35:00	24	14	0.36	0.31	16	0.41	0.35	16	0.41	0.35		
4-Oct	06:35:00	48	17	0.43	0.37	21	0.53	0.46	29	0.74	0.63		
5-Oct	06:35:00	72	21	0.53	0.46	25	0.66	0.57	34	0.86	0.74		
6-Oct	06:35:00	96	21	0.53	0.46	28	0.71	0.61	36	0.91	0.79		
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm ²)	E				F				B			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	kg	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %	kg	kg./cm ²	kg./cm ²	CBR %
0.025		25	1.3			19	1.0			9	0.4		
0.050		41	2.1			31	1.6			14	0.7		
0.075		69	3.5			51	2.6			24	1.2		
0.100	70.367	86	4.4	8.5	12.1	65	3.3	6.4	9.1	30	1.5	3.0	4.3
0.150		152	7.7			114	5.8			53	2.7		
0.200	105.460	236	12.0	16.9	15.1	177	9.0	11.9	11.3	83	4.2	5.7	5.4
0.300		398	20.2			299	15.2			139	7.1		
0.400		548	27.8			411	20.9			192	9.7		
0.500		758	38.5			569	28.9			265	13.5		

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos, Concreto y Asfalto  Elmer Alfonso Huaman INGENIERO CIVIL C. P. N. 17946	Aprobado por: MTL GEOTECNIA SAC  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

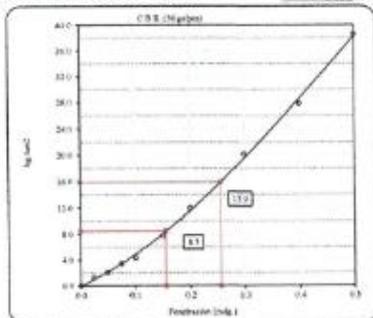
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	16/03/2020
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA		: Datos de laboratorio	
SOLICITANTE		: Paul Hurtado Pasache	
TESIS		: "Aplicación de organos silenos en el comportamiento físico y mecánico de la subrasante en la Av. Los Geranios Huaral, 2020"	
UBICACIÓN		: Lima	
CALCATA	: C-1	Fecha de ensayo	: 6-10-2020
MUESTRA	: TERRASIL (0.08%)		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

Datos de muestra

Máxima Densidad Seca : 1.971 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 95% : 1.872 gr./cm³

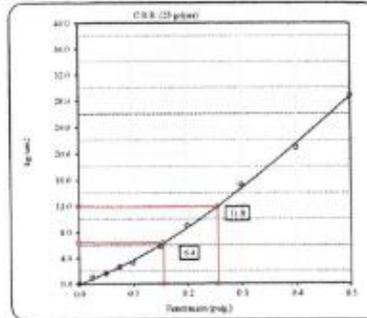
Optimo Contenido de Humedad

9.10 %



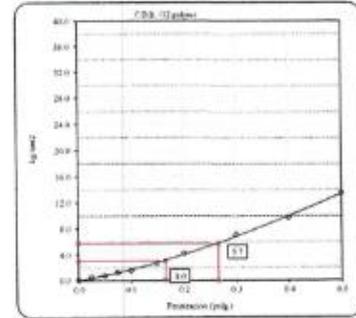
C.B.R. (0.1) 56 GOLPES :

12.1 %



C.B.R. (0.1) 25 GOLPES :

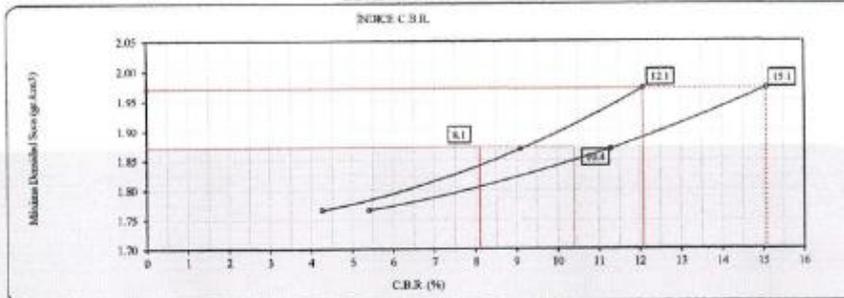
9.1 %



C.B.R. (0.1) 12 GOLPES :

4.3 %

DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": 12.1 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1": 8.1 %
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": 16.1 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2": 10.4 %

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Act
Ve a

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	31/12/2019
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111			

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio		
SOLICITANTE	: Paul Hurtado Pasache		
TESIS	: "Aplicación de organos silanos en el comportamiento físico y mecánico de la subrasante en la Av. Los Geranios Huaral, 2020"		
UBICACIÓN	: Lima	Fecha de ensayo:	2/10/2020
CALICATA	: C-1		
MUESTRA	: TERRASIL 0.13%		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40					
		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nro. de Recipiente		15	17	2	24	19	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	31.14	30.85	30.58	21.59	21.48	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	27.32	27.35	27.22	20.20	20.19	
Peso de Recipiente (C)	gr.	13.46	13.68	12.82	13.05	13.62	
Peso del Agua (A-B)	gr.	3.82	3.50	3.36	1.39	1.29	
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	13.86	13.67	14.40	7.15	6.57	
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	27.56	25.60	23.33	19.44	19.63	
N° De Golpes		18	24	32			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LIQUIDO	PLÁSTICO	
		25.2	19.5



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

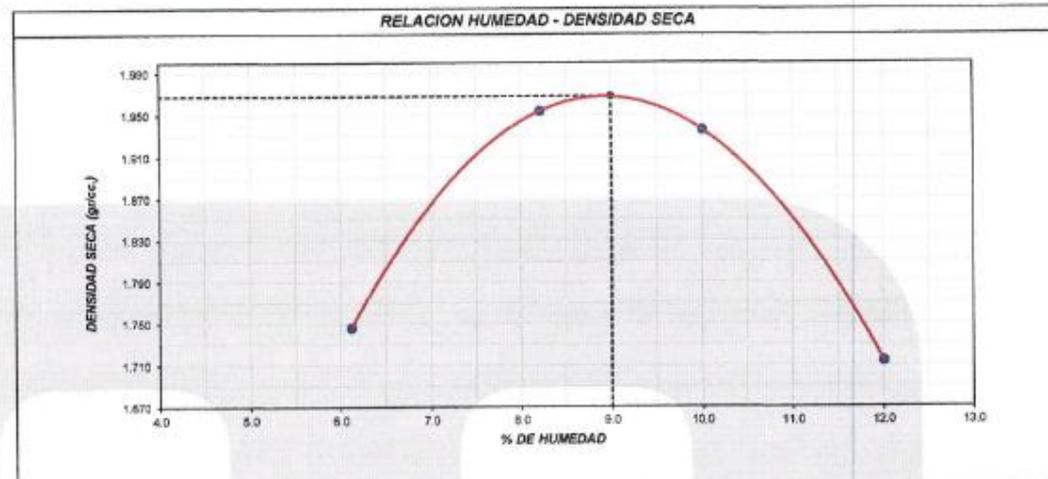
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 <p>MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos Concreto Asfalto Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C. P. N° 21995</p>	 <p>MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD</p>
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	31/12/2019
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1557 / MTC E - 115			
REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : Paul Hurtado Pasache TESIS : "Aplicación de organos silanos en el comportamiento físico y mecánico de la subrasante en la Av. Los Geranios Huaral, 2020" UBICACIÓN : Lima CALICATA : C-1 Fecha de ensayo: 02/10/2020 MUESTRA : TERRASIL (0.13%) PROFUNDIDAD : 1.50 m			

Volumen Molde	937	cm ³
Peso Molde	3826	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	5,562	5,807	5,821	5,824	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,735	1,981	1,995	1,798	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,853	2,114	2,129	1,919	
Recipiente Numero		7	4	2	9	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	895.2	678.5	682.4	677.4	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	862.1	636.3	631.3	617.8	
Peso de la Tara	gr.	121.2	122.6	120.8	121.4	
Peso del agua	gr.	33.1	42.2	51.1	59.6	
Peso del suelo seco	gr.	541	514	511	498	
Contenido de agua	%	6.1	8.2	10.0	12.0	
Densidad Seca	gr/cc	1.746	1.954	1.935	1.713	

Densidad Máxima Seca:	1.968	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Optima:	9.0	%
------------------------------	-------	----------------------	----------------------------------	-----	---



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	---	--

Activa

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	JJG
		Fecha	16/03/2020
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : Paul Hurtado Pasache TESIS : "Aplicación de organos silanos en el comportamiento físico y mecánico de la subrasante en la Av. Los Geranios Huaral, 2020" UBICACIÓN : Lima CALICATA : C-1 Fecha de ensayo : 6-10-2020 MUESTRA : TERRASIL (0.13%) PROFUNDIDAD : 1.50 m			

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	11			15			14						
Número de capas	5			5			5						
Número de golpes	56			25			12						
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO					
Peso suelo + molde (gr.)	13,095			12,478			12,481						
Peso molde (gr.)	8,507			8,129			8,449						
Peso suelo compactado (gr.)	4,588			4,349			4,032						
Volumen del molde (cm³)	2,135			2,141			2,129						
Densidad húmeda (gr./cm³)	2,149			2,031			1,894						
Humedad (%)	9.0			9.1			9.0						
Densidad Seca (gr./cm³)	1,972			1,881			1,737						
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Tara+suelo húmedo (gr.)	645.2			639.8			647.5						
Tara+suelo seco (gr.)	582.1			586.2			593.8						
Peso de agua (gr.)	63.1			53.6			53.7						
Peso de tara (gr.)													
Peso de suelo seco (gr.)	592.1			586.2			593.8						
Humedad (%)	9.0			9.1			9.0						
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión			
				mm	%		mm	%		mm	%		
3-Oct	08:30:00	24	13	0.33	0.28	15	0.38	0.33	15	0.38	0.33		
4-Oct	08:30:00	48	15	0.38	0.33	20	0.51	0.44	27	0.69	0.59		
5-Oct	08:30:00	72	20	0.51	0.44	25	0.64	0.55	32	0.81	0.70		
6-Oct	08:30:00	96	20	0.51	0.44	29	0.66	0.57	34	0.85	0.74		
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg./cm²)	Molde N° 11				Molde N° 15				Molde N° 14			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	kg.	kg./cm²	kg./cm²	CBR %
0.025		56	2.8			42	2.1			20	1.0		
0.050		71	3.6			53	2.7			25	1.3		
0.075		93	4.7			70	3.5			33	1.7		
0.100	70.307	125	6.3	10.3	14.7	94	4.8	7.6	10.8	44	2.2	3.4	4.8
0.150	105.460	202	10.3	16.3	17.4	152	7.7			71	3.6		
0.200		388	18.7	18.3	17.4	276	14.0	13.6	12.9	128	6.5	6.2	5.9
0.300		479	24.3			359	18.2			188	8.5		
0.400		605	30.7			454	23.0			212	10.8		
0.500		875	44.4			656	33.3			306	15.6		

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

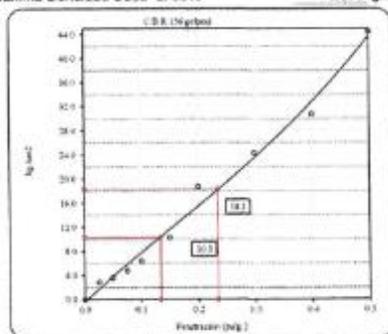
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	16/03/2020
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA		: Datos de laboratorio	
SOLICITANTE		: Paul Hurtado Paseche	
TESIS		: "Aplicación de organos silanos en el comportamiento físico y mecánico de la subrasante en la Av. Los Geranios Huaral, 2020"	
UBICACIÓN		: Lima	
CALICATA	: C-1	Fecha de ensayo	: 6-10-2020
MUESTRA	: TERRASIL (0.13%)		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

Datos de muestra

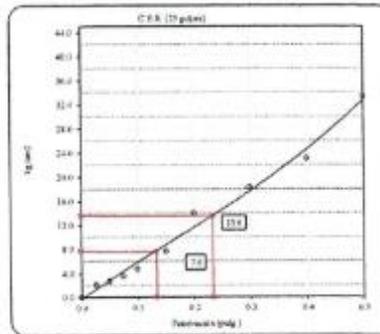
Máxima Densidad Seca : 1.968 gr/cm³
 Máxima Densidad Seca al 95% : 1.870 gr/cm³

Óptimo Contenido de Humedad

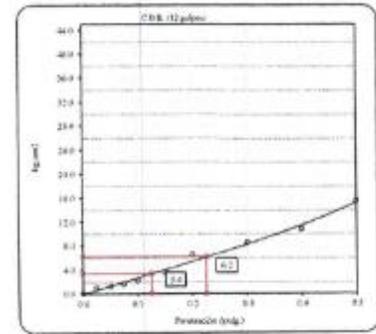
9.00 %



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 14.7 %

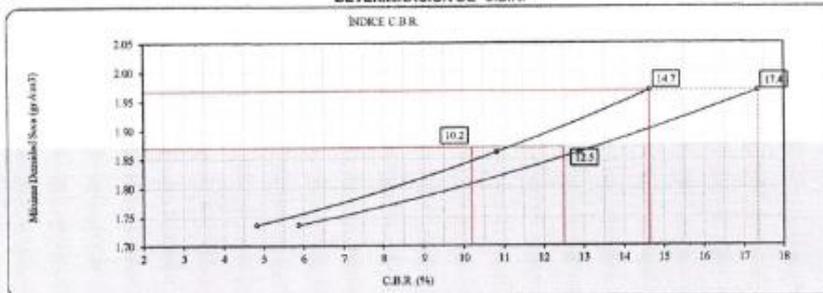


C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 10.0 %



C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 4.8 %

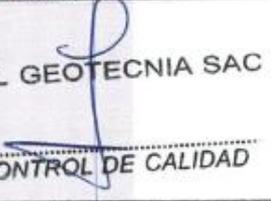
DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : 14.7 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" : 10.2 %
 C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2" : 17.4 %
 C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2" : 12.5 %

OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Activa
Ve a Cor

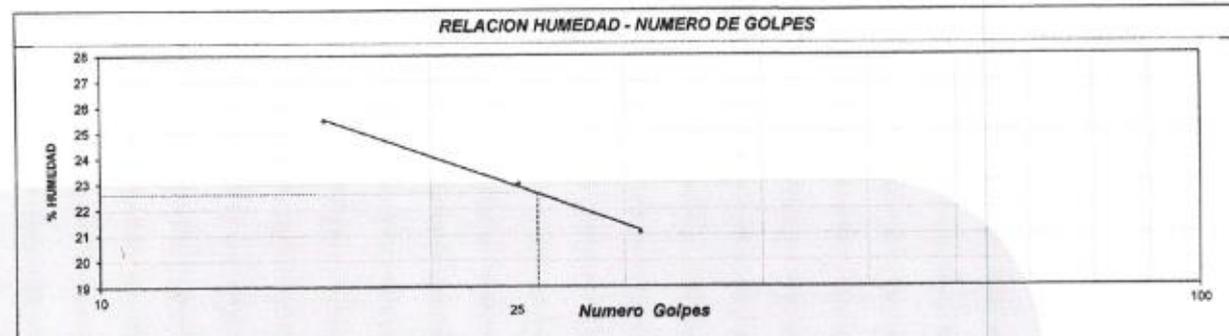
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	31/12/2019

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio	
SOLICITANTE	: Paul Hurtado Pasache	
TESIS	: "Aplicación de organos silanos en el comportamiento físico y mecánico de la subrasante en la Av. Los Geranios Huaral, 2020"	
UBICACIÓN	: Lima	Fecha de ensayo: 2/10/2020
CALICATA	: C-1	
MUESTRA	: TERRASIL 0.18%	
PROFUNDIDAD	: 1.50 m	

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40					
		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nro. de Recipiente		26	6	4	B	D	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	30.86	31.72	31.42	22.32	22.51	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	27.42	28.20	28.22	20.85	20.83	
Peso de Recipiente (C)	gr.	13.52	12.87	13.05	13.55	12.39	
Peso del Agua (A-B)	gr.	3.54	3.52	3.20	1.47	1.68	
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	13.90	15.33	15.17	7.30	8.44	
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	25.47	22.96	21.09	20.14	19.91	
N° De Golpes		18	24	31			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	22.6	20.0	



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos Control y Asfalto Emilio Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.P. N° 27988	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Activa
Ve a Co

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	31/12/2019

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D1557 / MTC E - 115

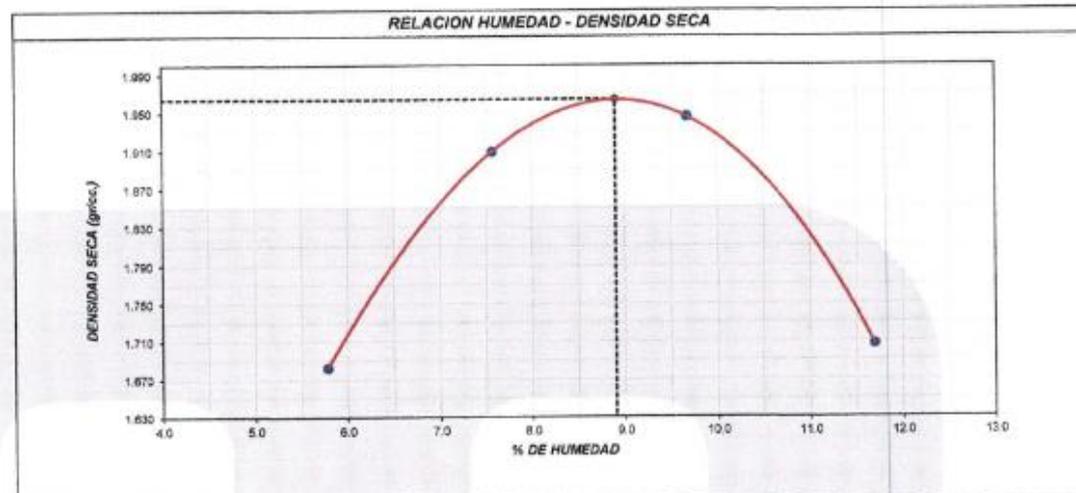
REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Paul Hurtado Pasache
TESIS	: "Aplicación de organos silanos en el comportamiento físico y mecánico de la subrasante en la Av. Los Geranios Huaral, 2020"
UBICACIÓN	: Lima
CALICATA	: C-1
MUESTRA	: TERRASIL (0.18%)
PROFUNDIDAD	: 1.50 m

Fecha de ensayo: 02/10/2020

Volumen Molde	937	cm ³
Peso Molde	3826	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	5,493	5,750	5,825	5,612	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,667	1,924	1,999	1,786	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,779	2,053	2,133	1,906	
Recipiente Numero		7	4	2	9	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	686.7	677.9	683.1	693.4	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	655.8	638.7	633.6	633.6	
Peso de la Tara	gr.	121.4	120.7	121.8	122.2	
Peso del agua	gr.	30.9	39.2	49.5	59.8	
Peso del suelo seco	gr.	534	518	512	511	
Contenido de agua	%	5.8	7.6	9.7	11.7	
Densidad Seca	gr/cc	1.682	1.909	1.945	1.707	

Densidad Máxima Seca:	1.964	gr/cm ³ .	Contenido Humedad Optima:	8.9	%
------------------------------	-------	----------------------	----------------------------------	-----	---



- OBSERVACIONES:**
- Muestra provista e identificada por el solicitante.
 - Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de J.J GEOTECNIA

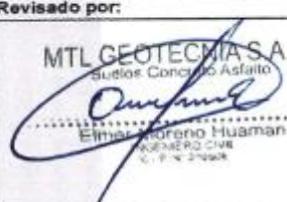
Elaborado por: 	Revisado por: MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos, Concreto, Asfalto  Eimar Huaman INGENIERO CIVIL C. N. 21042	Aprobado por: MTL GEOTECNIA SAC  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	JJG
		Fecha	16/03/2020
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: Paul Hurtado Pasache		
TESIS	: "Aplicación de organos silanos en el comportamiento físico y mecánico de la subrasante en la Av. Los Geranios Huaral, 2020"		
UBICACIÓN	: Lima		
CALICATA	: C-1	Fecha de ensayo	: 6-10-2020
MUESTRA	: TERRASIL (0.18%)		
PROFUNDIDAD	: 1.50 m		

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)													
Molde N°	14			18			13						
Número de capas	5			5			5						
Número de golpes	55			25			12						
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO		NO SATURADO	SATURADO					
Peso suelo + molde (gr.)	13,010	12,088		12,592	12,592		12,592	12,592					
Peso molde (gr.)	8,449	7,760		8,607	8,607		8,607	8,607					
Peso suelo compactado (gr.)	4,561	4,338		4,085	4,085		4,085	4,085					
Volumen del molde (cm ³)	2,129	2,120		2,137	2,137		2,137	2,137					
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2,142	2,045		1,912	1,912		1,912	1,912					
Humedad (%)	8.8	8.9		8.9	8.9		8.9	8.9					
Densidad Seca (gr./cm ³)	1,968	1,890		1,756	1,756		1,756	1,756					
CONTENIDO DE HUMEDAD													
Tara+suelo húmedo (gr.)	639.5			652.1			639.7						
Tara+suelo seco (gr.)	587.6			599.0			587.5						
Peso de agua (gr.)	51.9			53.1			52.2						
Peso de tara (gr.)													
Peso de suelo seco (gr.)	587.6			599.0			587.5						
Humedad (%)	8.8			8.9			8.9						
EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión			
				mm	%		mm	%		mm	%		
3-Oct	06:35:00	24	12	0.30	0.26	14	0.38	0.31	14	0.36	0.31		
4-Oct	06:35:00	48	14	0.36	0.31	16	0.46	0.39	24	0.61	0.52		
5-Oct	06:35:00	72	16	0.46	0.39	21	0.53	0.46	28	0.71	0.61		
6-Oct	06:35:00	96	18	0.46	0.39	23	0.58	0.50	31	0.79	0.68		
PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm ²)	Molde N° 14				Molde N° 18				Molde N° 13			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	CBR %
0.025		55	2.8			41	2.1			19	1.0		
0.050		87	4.4			65	3.3			30	1.5		
0.075		148	7.5			111	5.6			52	2.6		
0.100	70.367	182	9.2	11.8	16.8	137	6.9	9.0	12.8	64	3.2	4.2	6.0
0.150		282	13.3			197	10.0			92	4.7		
0.200	105.460	402	20.4	19.7	18.7	302	15.3	16.2	14.4	141	7.1	6.9	6.5
0.300		587	29.8			440	22.4			206	10.4		
0.400		735	37.3			551	28.0			257	13.1		
0.500		1254	63.7			941	47.5			439	22.3		

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

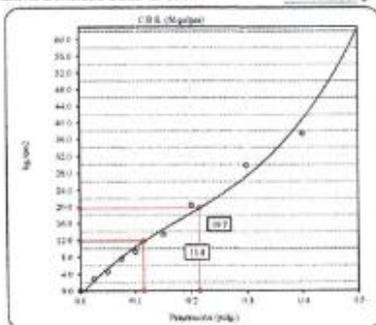
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	16/03/2020
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D1883 / MTC E - 132			
REFERENCIA : Datos de laboratorio SOLICITANTE : Paul Hurtado Pasache TESIS : "Aplicación de organos silanos en el comportamiento físico y mecánico de la subrasante en la Av. Los Geranios Huaral, 2020" UBICACIÓN : Lima CALICATA : C-1 Fecha de ensayo : 6-10-2020 MUESTRA : TERRASIL (0.18%) PROFUNDIDAD : 1.50 m			

Datos de muestra

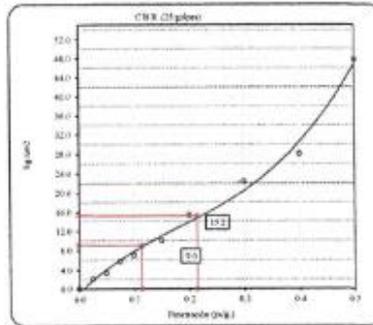
Máxima Densidad Seca : 1.964 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 95% : 1.956 gr./cm³

Óptimo Contenido de Humedad

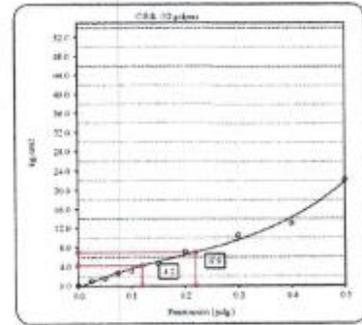
8.90 %



C.B.R. (0.1') 56 GOLPES : 16.8 %

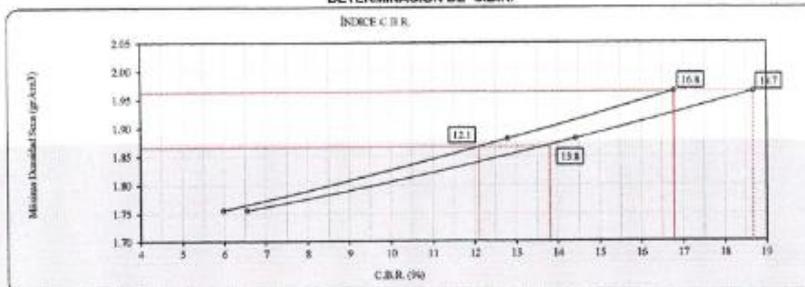


C.B.R. (0.1') 25 GOLPES : 12.8 %



C.B.R. (0.1') 12 GOLPES : 6.0 %

DETERMINACIÓN DE C.B.R.



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1' : 16.8 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1' : 12.1 %
C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2' : 18.7 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2' : 13.8 %

OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	--	--

Anexo 8: Certificados de calibración de los equipos



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC-4374-2020

PROFORMA : 1696A

Fecha de emisión : 2020 - 05 - 27

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRESA CBR

Marca : NO INDICA

Modelo : NO INDICA

N° Serie : NO INDICA

Intervalo de indicación : 5000 Kg

Resolución : 0,1 Kg

CELDA DE CARGA

Marca : Keli

Modelo : A-FED

Serie : 5X70835

Procedencia : NO INDICA

Código de Identificación : NO INDICA

Ubicación : No Indica

Fecha de Calibración : 2020 - 05 - 25

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

METODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 " Procedimiento para la Calibración de Prensas, celdas y anillos de carga".

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	19,9°C	20,1°C
HUMEDAD RELATIVA	43,0%	44,0%

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

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

Lio. Nicolás Ramos Pauzer
Gerente Técnico
C.F.P. N° 0318



Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

(01) 202 9536
(51) 988 901 055

informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

Certificado : TC-4374-2020

Página : 2 de 2

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Balanza de Presión AEP Transducers	Celda de Carga ANYLOAD 30000 Kg	LM-0033-2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Indicación del Equipo (Kg)	Leerura Convencionalmente Verdadera (Kg)	Error (Kg)	Incertidumbre (Kg)
500,0	485,0	15,0	0,1
1000,0	974,5	25,5	0,1
1500,0	1437,5	62,5	0,1
2000,0	1945,3	64,7	0,1
2500,0	2464,6	35,4	0,1
3000,0	2985,3	34,7	0,1
3500,0	3465,7	34,3	0,1
4000,0	3945,5	54,5	0,1
4500,0	4435,8	64,2	0,1
5000,0	4946,3	53,7	0,1

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 4370 - 2020

PROFORMA : 1696A

Fecha de emisión : 2020-05-25

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : CALLA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA-LIMA-SAN MARTÍN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : **BALANZA**

Tipo : ELECTRÓNICA

Marca : SARTORIUS

Modelo : LC2201S

N° de Serie : 50310007

Capacidad Máxima : 2200 g

Resolución : 0,01 g

División de Verificación : 0,1 g

Clase de Exactitud : II

Capacidad Mínima : 5 g

Procedencia : ALEMANIA

N° de Parte : No Indica

Identificación : No Indica

Ubicación : LABORATORIO

Variación de ΔT Local : 5 °C

Fecha de Calibración : 2020-05-25

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CHI: 0318



Certificado de Calibración
TC - 4370 - 2020

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-140-2019 Mayo 2019
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 2 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-147-2019 Mayo 2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	21,9 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1 100,000	1 099,99	5	-10	1	2 200,000	2 199,98	4	-19
2		1 099,99	3	-8	2		2 199,99	4	-9
3		1 099,98	4	-19	3		2 199,98	5	-20
4		1 099,98	4	-19	4		2 199,98	4	-19
5		1 099,99	4	-9	5		2 199,99	4	-9
6		1 099,98	5	-20	6		2 199,98	4	-19
7		1 099,98	3	-18	7		2 199,98	3	-18
8		1 099,98	5	-20	8		2 199,99	4	-9
9		1 099,99	5	-10	9		2 199,99	5	-10
10		1 099,99	5	-10	10		2 199,99	5	-10
Emáx - Emin (mg)				12	Emáx - Emin (mg)				11
error máximo permitido (±mg)				200	error máximo permitido (±mg)				300



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 4371 - 2020

PROFÓRMA : 1698A

Fecha de emisión : 2020 - 05 - 27

Página : 1 de 5

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima-Lima-San Martín De Porres

EQUIPO : **HOHNO**
Marca : GEMMY
Modelo : YCO-010
N° de Serie : 510847
Tipo de Ventilación : Turbulencia
Procedencia : ALEMANIA
Identificación : NO INDICA
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TERMÓMETRO DIGITAL
Marca : No Indica
Alcance : 1°C a 250°C
Resolución : 1 °C
TIPO DE CONTROLADOR : DIGITAL
Marca : No Indica
Alcance : 1°C a 250°C
Resolución : 1 °C
Fecha de Calibración : 2020 - 05 - 25
Ubicación : LABORATORIO

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISONEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOPI.

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

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	29,3 °C	29,6 °C
Humedad Relativa	45,3 %	43,2 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Plucar
Gerente Técnico
CMI: 0318



TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Dos Termómetros Digitales Incertidumbre 0,007 °C DM - INACAL	Termómetro Digital -200 °C a 400 °C	LT-247-2018

RESULTADOS DE MEDICIÓN

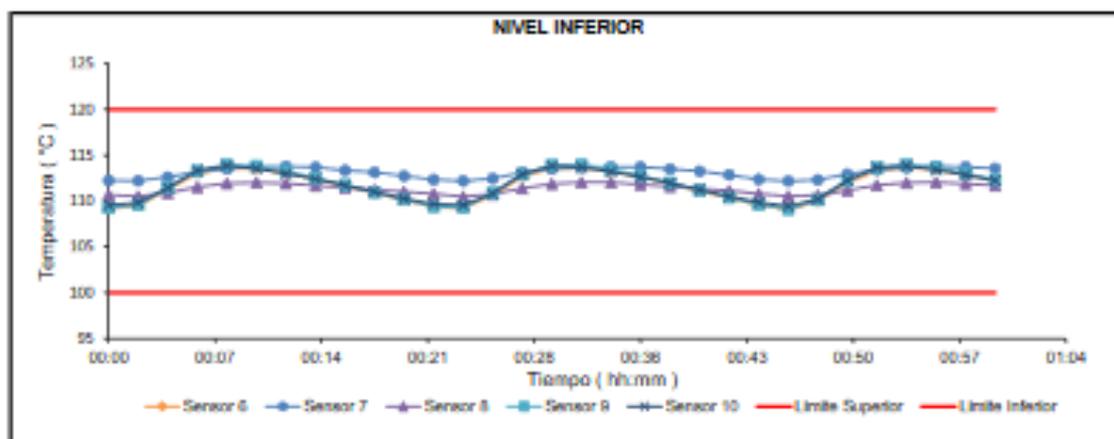
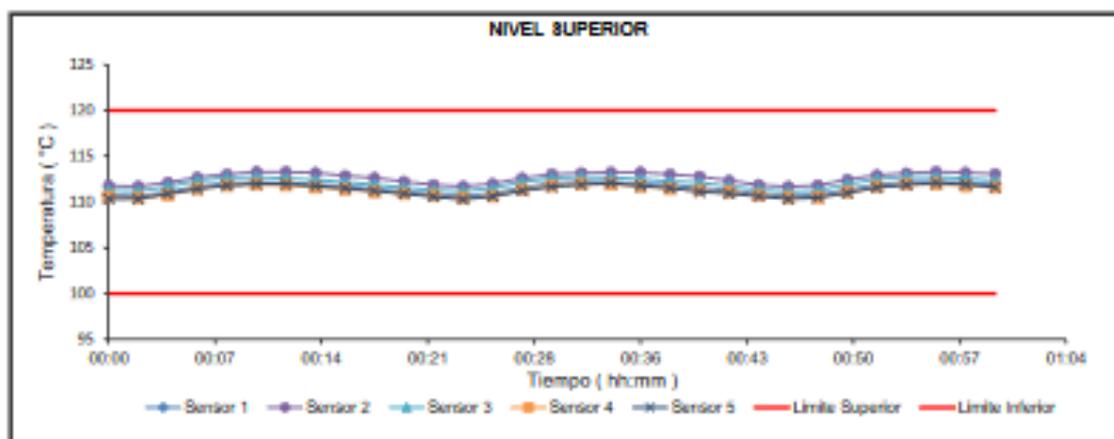
Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
110 °C ± 10 °C	110	40 min	100 min	30 %	ENVASE METALICO O MUESTRAS CLIENTE

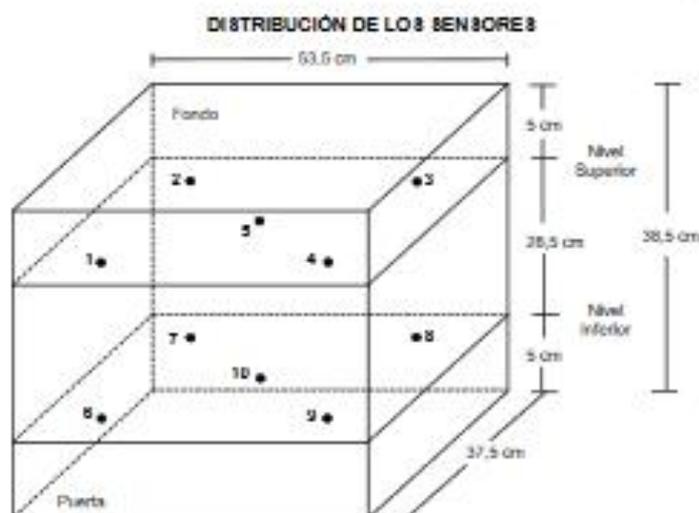
Tiempo (h:min)	Termómetro Item	Temperatura en las Posiciones de Medición (°C)										T _{PROM} ¹ (°C)	T _{max} - T _{min} ² (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00	110	109,8	111,8	111,3	110,6	110,3	109,2	112,3	110,7	109,3	109,6	110,6	3,1
0:02	110	110,7	111,7	111,2	110,4	110,4	109,5	112,2	110,5	109,8	109,8	110,8	2,7
0:04	110	111,1	112,1	111,7	110,8	110,8	111,3	112,6	110,9	111,5	111,5	111,4	1,8
0:06	110	111,7	112,7	112,3	111,5	111,4	113,0	113,2	111,6	113,3	113,4	112,4	1,9
0:08	110	112,1	113,0	112,7	111,8	111,8	113,6	113,5	111,9	114,0	113,9	112,8	2,2
0:10	110	112,2	113,3	112,7	111,9	112,0	113,5	113,8	112,0	113,8	113,6	112,9	1,9
0:12	110	112,1	113,3	112,8	111,8	112,0	113,1	113,8	111,9	113,3	113,0	112,7	1,9
0:14	110	111,9	113,2	112,4	111,6	111,8	112,4	113,7	111,7	112,5	112,4	112,4	2,1
0:16	110	111,8	112,9	112,2	111,4	111,5	111,6	113,4	111,5	111,8	111,7	112,0	2,0
0:18	110	111,4	112,6	111,9	111,1	111,2	110,9	113,1	111,2	111,0	111,0	111,6	2,3
0:20	110	111,2	112,2	111,6	110,9	110,9	110,1	112,7	111,0	110,2	110,3	111,1	2,6
0:22	110	110,9	111,9	111,3	110,7	110,6	109,4	112,4	110,8	109,4	109,7	110,7	3,0
0:24	110	110,7	111,7	111,2	110,4	110,3	109,2	112,2	110,5	109,3	109,6	110,5	3,0
0:26	110	111,0	112,0	111,5	110,7	110,6	110,7	112,5	110,8	110,9	110,8	111,1	1,9
0:28	110	111,8	112,8	112,2	111,3	111,2	112,7	113,1	111,4	112,9	113,0	112,2	1,9
0:30	110	112,1	113,0	112,6	111,8	111,7	113,6	113,5	111,9	113,9	113,8	112,8	2,2
0:32	110	112,2	113,2	112,7	112,0	111,9	113,6	113,7	112,1	114,0	113,7	112,9	2,1
0:34	110	112,2	113,2	112,7	111,9	112,1	113,3	113,7	112,0	113,5	113,2	112,8	1,8
0:36	110	112,0	113,2	112,5	111,7	111,8	112,7	113,7	111,8	112,8	112,8	112,5	2,0
0:38	110	111,9	113,0	112,3	111,5	111,5	111,9	113,5	111,8	112,0	112,0	112,1	2,0
0:40	110	111,6	112,8	112,1	111,3	111,1	111,1	113,3	111,4	111,2	111,2	111,7	2,2
0:42	110	111,3	112,3	111,7	111,1	110,9	110,3	112,8	111,2	110,4	110,5	111,3	2,5
0:44	110	110,9	111,9	111,4	110,7	110,6	109,6	112,4	110,8	109,6	109,9	110,8	2,8
0:46	110	110,7	111,7	111,2	110,5	110,3	109,1	112,2	110,6	109,1	109,4	110,5	3,1
0:48	110	110,8	111,8	111,3	110,5	110,5	110,0	112,3	110,8	110,1	110,2	110,8	2,3
0:50	110	111,4	112,5	112,0	111,1	111,0	112,0	113,0	111,2	112,2	112,3	111,8	2,0
0:52	110	111,9	112,9	112,5	111,7	111,6	113,3	113,4	111,8	113,7	113,7	112,8	2,1
0:54	110	112,2	113,2	112,8	111,9	111,9	113,7	113,7	112,0	114,0	113,8	112,9	2,1
0:56	110	112,2	113,3	112,8	112,0	112,1	113,4	113,8	112,1	113,7	113,4	112,9	1,8
0:58	110	112,1	113,2	112,6	111,8	111,9	112,9	113,7	111,9	113,1	112,9	112,8	1,9
1:00	110	112,0	113,1	112,4	111,6	111,7	112,2	113,6	111,7	112,3	112,2	112,3	2,0
T _{PROM} ¹	110,8	111,6	112,6	112,1	111,3	111,3	111,7	113,1	111,4	111,9	111,9		
T _{MAX} ²	110,8	112,2	113,3	112,8	112,0	112,1	113,7	113,8	112,1	114,0	113,9		
T _{MIN} ²	110,0	110,7	111,7	111,2	110,4	110,3	109,1	112,2	110,5	109,1	109,4		
DTT ³	0,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	4,8	1,8	1,8	4,9	4,4		

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,0	0,4
Mínima Temperatura Medida	109,1	0,5
Desviación Temperatura en el Tiempo	4,9	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	1,8	0,5
Estabilidad Medida (±)	2,45	0,04
Uniformidad Medida	3,1	0,5

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES





Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 6,5 cm por encima de la parrilla superior.

Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 5 cm de las paredes laterales y a 6 cm del frente y fondo del equipo.

FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO



Certificado : TC - 4371 - 2020

Página : 5 de 5

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

[1] T. PROM: Promedio de las temperaturas en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

[2] T prom: Promedio de las temperaturas en las doce posiciones de medición para un instante dado.

[3] Tmax: Temperatura máxima.

[4] Tmin: Temperatura mínima.

[5] DTT: Desviación de Temperatura en el Tiempo.

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

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio de Medio Isotermo: 0,8 °C

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

La Estabilidad es considerada igual a $\pm \frac{1}{2}$ máx. DTT.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



ddd

Certificado



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

TEST & CONTROL S.A.C.

Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Calle Condesa de Lemós N° 117, Urb. San Miguelito, distrito de San Miguel, provincia de Lima y departamento de Lima

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-05P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 24 de marzo de 2019

Fecha de Vencimiento: 23 de marzo de 2023

ESTELA CONTRERAS JUGO
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cedula N° : 230-2019-INACAL/DA

Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación N°004-16/INACAL-DA

Registro N° : LC-016

Fecha de emisión: 05 de junio de 2019

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados al momento de hacer uso de presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01P-02M Ver. 02

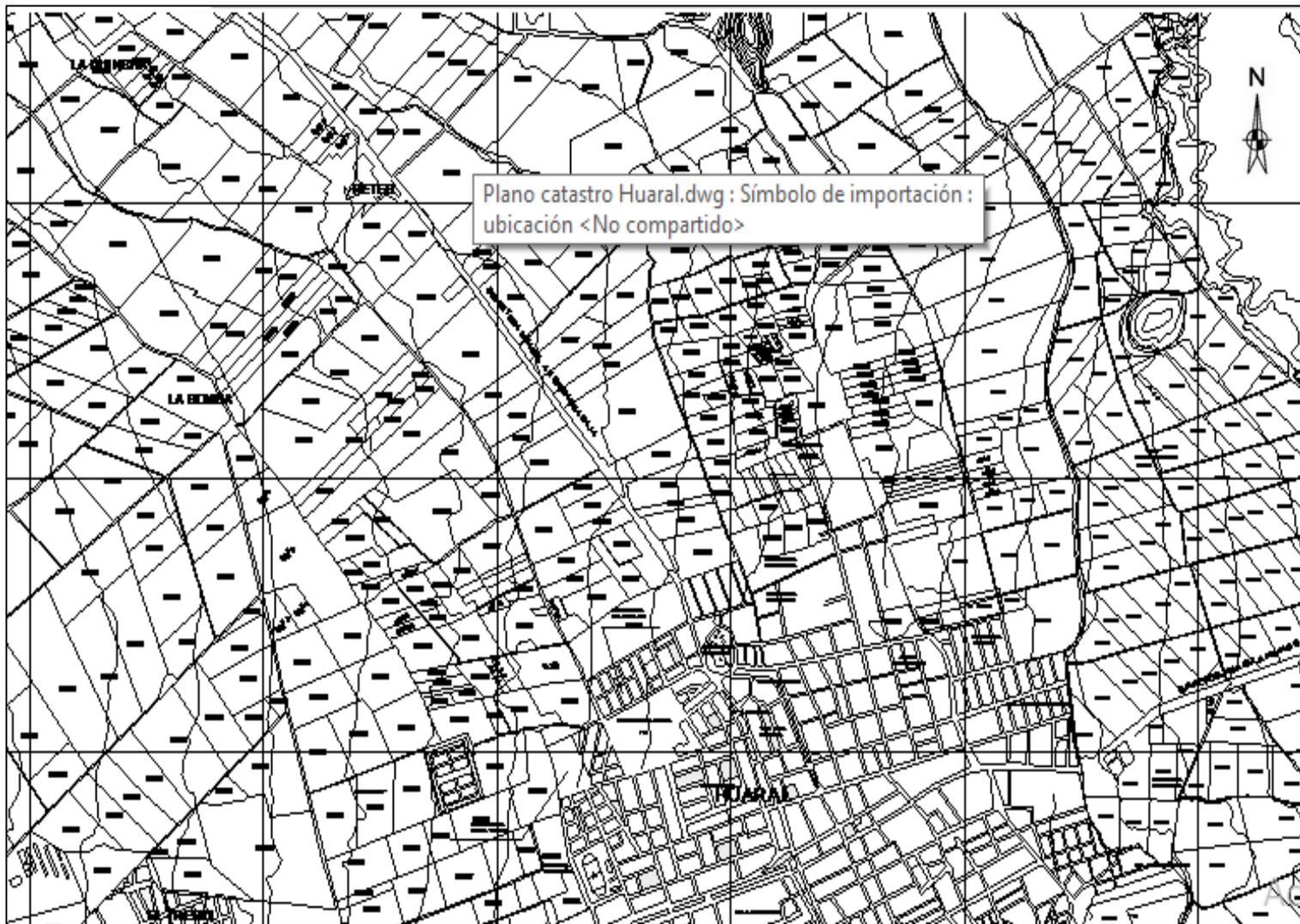
Anexo 9: Recibo de pago realizado por los servicios de ensayos en campo y/o laboratorio.

18/11/2020

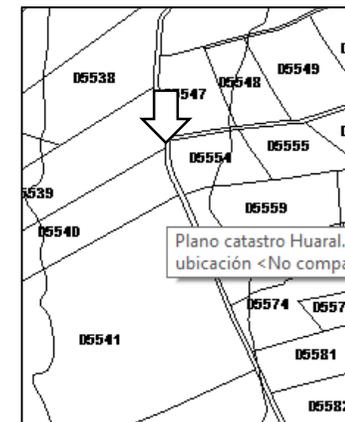
:: Boleta de Venta Electrónica - Impresión ::

MTL GEOTECNIA S.A.C. CAL LA MADRID 254 ASC. LOS OLIVOS AV ANTUNEZ DE MAYOLO CON AV DANIEL ALCID SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA		BOLETA DE VENTA ELECTRONICA RUC: 20600375262 EB01-26				
Fecha de Venta : Fecha de Emisión : 18/11/2020 Señor(es) : PAUL BRYAN HURTADO PASACHE DNI : 47569126 Tipo de Moneda : SOLES Observación :						
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER
1.00	UNIDAD	ELABORACION DE TESIS APLICACION DE ORGANOSILANOS EN EL COMPORTAMIENTO FISICO Y MECANICO DE LA SUBRASANTE EN LA AV. LOS GERANIOS HUARAL ,2020	1815.25	0.00	2,142.00	0.00
Otros Cargos :						S/0.00
Otros Tributos :						S/0.00
ICBPER :						S/ 0.00
Importe Total :						S/2,142.00
SON: DOS MIL CIENTO CUARENTA Y DOS Y 00/100 SOLES						
(*) Sin impuestos.		Op. Gravada :		S/ 1,815.25		
(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.		Op. Exonerada :		S/ 0.00		
		Op. Inafecta :		S/ 0.00		
		ISC :		S/ 0.00		
		IGV :		S/ 326.75		
		ICBPER :		S/ 0.00		
		Otros Cargos :		S/ 0.00		
		Otros Tributos :		S/ 0.00		
		Importe Total :		S/ 2,142.00		
Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: www.sunat.gob.pe , en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.						

Anexo 10: Planos de localización y ubicación.



Calicata 1:



Calicata 2



FICHA TÉCNICA

Definición

TERRASIL es un aditivo para suelos de última generación, formado al 100% por organosilanos, capaz de repeler el agua, eliminar el hinchamiento y la absorción de suelos. Es, por tanto, un agente impermeabilizante de suelos, que aporta ventajas adicionales a la estabilización tradicional de suelos.

Características físicas

Forma	Líquida
Color	Rojo pálido
Punto de inflamación	> 90 °C (recipiente cerrado)
Punto de ebullición	200°C
Propiedades Explosiva	No Explosiva
Densidad	1,04 g/ml
Viscosidad(20°C)	100-500 cps

NOTA: Las características son típicas. Estas pueden variar aún que se ve afectado el desempeño del producto.

Dosificación Mezclada

Agua	Terrasil
Necesaria para alcanzar el óptimo de compactación	0,2-2 kg/m ³

Aplicar en el procedimiento mezclado con el material a estabilizar y en disolución con el agua óptima para alcanzar la densidad máxima.

Estas son dosificaciones recomendadas. La solución definitiva se obtiene de los ensayos de laboratorio realizados a cada tipo de material, evaluando el costo-beneficio en cada proyecto.

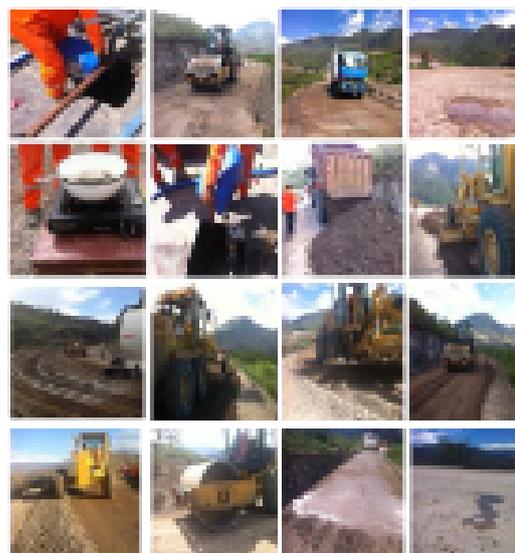
Dosificación Riegos

Agua	Terrasil	Dosificación
300 litros	1 kg	0,01 kg/litro

Aplicar sobre la superficie compactada con 3 litro² de la disolución en dos fases.

Estas son dosificaciones recomendadas. La solución definitiva se obtiene de los ensayos de laboratorio realizados a cada tipo de material, evaluando el costo-beneficio en cada proyecto.

Aplicación del sistema



Pasos a seguir:

1. Mezcla de TerraSil para impermeabilización de suelo existente. (Siempre que sea posible y se vaya a realizar una recarga u aportación de material)
2. Compactación del terreno existente
3. Riego de la solución 1:300. 3 litros/m² en dos fases. RIEGO-SECADO-RIEGO
4. Comprobar impermeabilidad.
5. Comprobación de datos de humedad y características del material a estabilizar
6. Mezcla de TerraSil en el agua necesaria para alcanzar la humedad óptima de compactación.
7. Colocación del material sobre el suelo existente impermeabilizado, si se aporta material o se realiza recarga.
8. Escarificado o reciclado en función de la maquinaria a emplear.
9. Aplicación de la mezcla de agua + TerraSil.
10. Mezclado con el material a estabilizar.
11. Nivelación, bombeos y pendientes.
12. Compactado de la tongada estabilizada.
13. Refinado del material.
14. Compactado al 100%.
15. Riego de sellado 1:300 de TerraSil.
16. Comprobación de impermeabilidad.



Beneficios

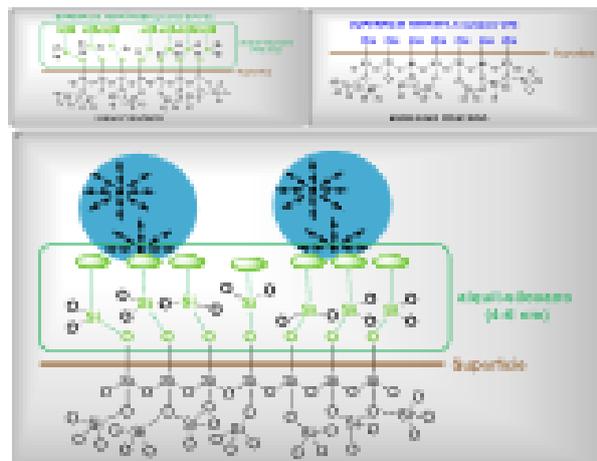
1. El suelo tratado consigue características hidrófobas de forma permanente.
2. El suelo mantiene la transpiración (expulsa el agua en forma de vapor).
3. Reduce el índice de plasticidad de los suelos.
4. Se aumentan los valores de CBR.
5. El hinchamiento se reduce.
6. Mejora el Módulo Resiliente.
7. Se mejoran los datos de densidad y compactación en obra.
8. Es posible reducir el consumo de agua necesaria para la compactación del material.

Modo de Acción

TerraSil es un aditivo modificador de suelos compuesto al 100% por organosilanos, soluble en agua, estable al calor y la radiación ultravioleta. Su principal acción, por tanto, consiste en la impermeabilización de suelos y subsuelos.

Posee grupos silanol, que reaccionan con los silicatos presentes en el suelo, transformando su superficie y confiriéndoles propiedades hidrófobas permanentes.

Así, el suelo repelerá las moléculas de agua, impermeabilizándolo y evitando los problemas derivados de la presencia de la misma.



Repelición de las gotas de agua sobre la superficie por interacciones desfavorables polar-apolar.

Debido a la inexistencia de grupos polares en la superficie de los suelos, las gotas de agua no sufren ruptura en sus moléculas constitutivas, al no formarse los enlaces de hidrógeno necesarios para ello. De esta manera, las repulsiones de tipo sustancia polar-sustancia apolar originan que se mantenga la tensión superficial en las gotas de agua, permaneciendo sobre la superficie del suelo.



Aspecto de gotas de agua depositadas sobre suelos tratados con TerraSil. Como se puede observar, la repelencia de la gota es total.

Presentación

La presentación de los productos se realiza en bidones de 20 kg.

Exposición a la humedad

El producto es reactivo a la humedad. La exposición excesiva a la humedad puede conducir a un aumento de la viscosidad y gelificación.

Almacenamiento

Almacenar en lugar fresco. Conservar el envase herméticamente cerrado en lugar seco y bien ventilado. Mantener alejado de cualquier material oxidante, inflamable, percloratos, ácido crómico o ácido nítrico.

Estabilidad del producto mezclado

No almacenar el producto después de la dilución en agua.



Comprobación del agua y del TerraSil.

Antes de comenzar es necesario comprobar la cantidad del agua (TDS hasta 1.000 ppm). Si no requerimos de esta información, hacer una solución de 1 ml de TerraSil de TerraSil y 10 ml de agua para formar una solución transparente.

En caso de que la solución salga blanquecina no proceda a la aplicación y póngase en contacto con el representante de Zydex (Optimasoil).



Equipo necesario para la aplicación.

Cisterna sistema o equipo de agua para hacer la solución.

Sistema de agua con pulverizador (la cisterna debe estar limpia).

Fuente de Agua Portable (TDS hasta 1000 ppm).

Equipo de seguridad (casco, chaleco de seguridad..)

Preparación de la Solución.

Preparar una solución de agua con TerraSil.

Por ejemplo para riegos de impermeabilización se mezclara en la proporción 1 litro de TerraSil cada 300 litros de agua.

Se recomienda llenar el tanque o la cisterna con el agua necesaria y añadir posteriormente la cantidad de TerraSil previamente calculada.

Mixciar con movimiento previo a su aplicación.

Comprobación de la impermeabilización

Antes de la aplicación comprobar la permeabilidad en una zona mediante el Test de RILEM.

Después del secado realizar el Test de RILEM en la superficie tratada, y observar reducción en la tasa de percolación frente a la primera prueba.

Test de Rilem

Limpie la superficie

Fijar la arcilla alrededor del tubo RILEM, colocar en superficie de la carterera y presione la arcilla fuertemente

Llenar de agua el tubo RILEM con cuentagotas hasta el nivel. En el caso de aparición de burbujas de aire eliminar por gotero.

Inicie el cronómetro y registrar el tiempo que tarda en bajar el agua por debajo del nivel a partir de los 4 ml.

La duración del ensayo es de 20 minutos después del tratamiento aumentar la duración del ensayo RILEM 1 hora para simular condiciones fuertes lluvias.

Manipulación segura

Lavar exhaustivamente tras la manipulación.

Evitar el contacto con los ojos y la piel.

Los recipientes que se abren deben voltearse a cerrar cuidadosamente y mantener en posición vertical para evitar pérdidas.

NOTA 1: En caso de contacto por cualquier vía proporcionar atención médica.

NOTA 2: La información y experiencia son hechos con base en la experiencia e investigaciones realizadas, esto no implica una garantía ya que se recomienda que cada cliente realice las pruebas preliminares.

CONTACTE A SU ASESOR TÉCNICO COMERCIAL,
CONSULTE LA HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD.