



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Evaluación de estabilizantes para el Mejoramiento de afirmado del camino vecinal tramo: MP.PE-28B, distrito San Salvador, provincia Calca, región Cusco”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Br. Cruz Bejar, Javier Eduardo (ORCID: 0000-0002-0963-6588)
Br. Gutierrez Orcotoma, Renzo (ORCID: 0000-0003-4644-7126)

ASESOR:

Mg. Olarte Pinares Jorge Richard (ORCID:0000-0001-5699-1323)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de la infraestructura vial

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

La siguiente tesis está dedicada a Dios, por brindarnos la posibilidad de recorrer este camino profesional, iluminándonos y fortaleciéndonos en momentos duros de la trayectoria.

A nuestros familiares por existir, por ser el motor de nuestra motivación a pesar de la travesía de las enfermedades, por darnos impulso de superación y lucha de persistencia en diferentes circunstancias.

Agradecimiento

A dios por estar en momentos de debilidad, por cuidar a nuestros familiares, amigos y maestros, por siempre bendecir nuestra vida estudiantil.

A toda nuestra familia, por apoyarnos de manera incondicional, a personas que estuvieron en el trayecto de nuestro aprendizaje y de la presente tesis, amigos y conocidos

A mi asesor, por encaminarnos y guiarnos en este proyecto de investigación en nuestras etapas altas y bajas, por medio de sus conocimientos y experiencia de esta carrera profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
INDICE DE FOTOGRAFÍAS	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA	10
3.1. Tipo y diseño de investigación	10
3.2. Variables y operacionalización	11
3.2.1. Variables Independientes:.....	11
3.2.2. Variable Dependiente:.....	11
3.3. Población.....	11
3.3.1. Muestra	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	12
3.4.1. Técnicas.....	12
3.4.2. Instrumento	12
3.4.3. Validez	13
3.4.4. Confiabilidad	13
3.5. Procedimientos.....	13
3.5.1. Primera fase.....	13
3.5.2. Segunda fase	13
3.5.3. Tercera fase	21
3.6. Método de análisis de datos	21
3.7. Aspectos éticos	21
IV. RESULTADOS.....	22
4.1. Información de la zona de estudio	22
4.2. Ubicación de la zona de estudio	23
4.3. Trabajos previos del tramo	24
4.3.1. Estudio de la demanda de tráfico vehicular (IMDA).....	24

4.3.2. Trabajo de Campo	25
4.3.3. Descripción Detallada de la Superficie de Rodadura.....	26
4.3.4. Resumen de los Ensayos realizados.....	27
4.3.5. Conclusiones	28
4.4. Trabajos previos de la Cantera	29
4.4.1. Trabajo de Campo de la Cantera	30
4.4.2. Descripción Detallada de la Cantera	30
4.4.3. Ensayos realizados en laboratorio (Gabinete)-Cantera	33
4.4.4. Conclusiones para la Cantera	34
4.5. Trabajos previos de las Fuentes de Agua.....	35
4.5.1. Trabajo de Campo de la fuente de agua	36
4.5.2. Descripción Detallada de la fuente de agua	36
4.5.3. Ensayos realizados en laboratorio (Gabinete)	37
4.5.4. Conclusiones - Fuente de agua.....	38
4.6. Diseño de Suelos con Estabilizantes	38
4.6.1. Ensayo de CBR con Aditivos (Aceite Sulfonado, PolyCom y Megasoil)	39
4.6.2. Cantera C-01. 00+500.....	40
4.6.3. Especificaciones Mínima 100%.....	41
4.6.4. Diseño del afirmado	42
4.6.5. Conclusiones	42
V. DISCUSIÓN.....	43
VI. CONCLUSIONES	47
VII. RECOMENDACIONES	49
REFERENCIAS	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3. Especificaciones Técnicas de tipos de Estabilizantes y parámetros	18
Tabla 4. Tipos de Estabilizadores Aplicados en la Sierra.....	19
Tabla 5. Parámetros de Aceptación de los trabajos	19
Tabla 6. Cuadro de resumen de la Verificación de espesor de pavimento	26
Tabla 7. Panel fotográfico	27
Tabla 8. Análisis Granulométrico por tamizado del suelo existente.....	28
Tabla 9. Analisis de Proctor	28
Tabla 10. Ubicación de la Cantera.....	30
Tabla 11. Vértices Perimétricos	31
Tabla 12. Datos de Cantera.....	32
Tabla 13. Clasificación de coordenadas y Materiales de la Cantera	33
Tabla 14. Rendimientos de Canteras.....	34
Tabla 15. Resultados y especificaciones de los Ensayos	34
Tabla 16. Ubicación de la Fuente de agua.....	36
Tabla 17. Cuadro de datos	37
Tabla 18. Resultados del laboratorio de Agua	38
Tabla 19. Relación entre la cantera y los estabilizantes.....	39
Tabla 20. Evaluación de Aceite Sulfonado + cemento + Cantera (CBR).....	40
Tabla 21. Evaluación del Megasoilt + Cantera (CBR)	40
Tabla 22. Evaluación de PolyCom +Cantera (CBR).....	40
Tabla 23. Resultados de los ensayos de los Aditivos.....	41
Tabla 24. Cuadro de especificación mínima del aditivo	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Descripción de la formula de Humedad	7
Figura 3. Catálogo de Capas de Revestimiento Granular, MTC, 2008	20
Figura 4. Ubicación del departamento de Cusco	22
Figura 5. Ubicación de la provincia de Calca.....	22
Figura 6. Estadística del crecimiento poblacional de San Salvador en base a la INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática), 2017.	23
Figura 7. Esquema de relación de CBR y la dosificación de estabilizantes	41
Figura 8. Diseño de afirmado. Elaboración propia	42

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Vista aérea del tramo	23
Fotografía 2. Trabajo en campo, toma del Ancho de la vía, 2021.	25
Fotografía 3. Cantera C-01 progresiva 00+500	31
Fotografía 4. Vista de la fuente de agua F-01	37

RESUMEN

La siguiente investigación tiene como objetivo mejorar el afirmado, evaluar estabilizantes para el camino vecinal tramo: MP.PE-28B la población principal de San Salvador Km 0+00 hacia la comunidad de Iipay Km 5+160, distrito San Salvador, provincia Calca, región Cusco. La investigación parte con la recolección de muestras y datos de los trabajos de campo tanto de la población como de los problemas, factores causales del tramo y recursos existentes para su ejecución; estos datos serán útiles para definir las condiciones y la situación actual del camino vecinal. Los resultados se definen según el Manual de Carreteras suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2013), se realiza estudios básicos de ingeniería en gabinete o laboratorio, de los cuales se obtiene las características de la vía; 6m de ancho de calzada, con un espesor de 5 cm, con una topografía ondulada de 2° - 25° un suelo arena graduada con limo (SM), suelo grueso (A-1-b(0)) con baja plasticidad en pésimas condiciones. En consecuencia, se propone el uso de la fuente de agua (km 9+086) como material para el mantenimiento durante su construcción; y la cantera (km0+500) como relleno y afirmado, ya que este material no alcanza los requisitos normativos para mejorar las propiedades físico-químicas del afirmado se propone adherir estabilizantes, para ello se propone realizar ensayos de tres aditivos estabilizantes, Proes + cemento, Polycom y Megasoilt, en relación a los parámetros se determina el primer aditivo. La propuesta del afirmado maneja un espesor de 15cm, Proes 0.1 lt/ m³ + cemento 1.81% para la especificación mínima CBR óptimo al 100% y material de la cantera C-01.

Palabras clave: Mejoramiento, Afirmado, Estabilizantes.

ABSTRACT

The following research aims to improve the pavement, evaluate the stabilizers for the road section: MP.PE-28B the main town of San Salvador Km 0+00 to the community of Iipay Km 5+160, San Salvador district, Calca province, Cusco region. The research starts with the collection of samples and field data on both the population and the problems, causal factors of the section and existing resources for its execution; these data will be useful to define the conditions and the current situation of the road. The results are defined according to the Manual of Roads, Soils, Geology, Geotechnics and Pavements (2013), basic engineering studies are carried out in the office or laboratory, from which the characteristics of the road are obtained; 6m wide roadbed, with a thickness of 6cm, with an undulating topography of 2° - 25° a graded sandy soil with silt (SM), coarse soil (A-1-b(0)) with low plasticity in very bad conditions. Consequently, it is proposed to use the water source (km 9+086) as maintenance material during its construction; and the quarry (km0+500) as filler and affirmed, since this material does not meet the regulatory requirements to improve the physical-chemical properties of the affirmed it is proposed to adhere stabilizers, for this purpose it is proposed to carry out tests of three stabilizing additives, sulfonated oil + cement, Polycom and Megasoilt, in relation to the parameters the first additive is determined. The proposal for the pavement has a thickness of 15cm, sulfonated oil 0.1it/ m³ + cement 1.81% for the minimum optimum CBR specification at 100% and material from the C-01 quarry.

Keywords: Upgrading, Firming, Stabilizers.

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de tesis es planteado debido a la problemática actual en vías de tercer orden, que no cumplen con las características óptimas para el desarrollo de serviciabilidad, ya que se presentan diversificación en calidad de suelos y climas complicados característicos del Perú.

En el 2020, el SINAC (Sistema Nacional de Carreteras) conformo en su totalidad 12 694 rutas: 158 a nivel nacional, 450 a nivel departamental y 12 086 a nivel vecinal. Por tanto, hay 1 465 rutas a nivel vecinal no inscritas, en camino de categorización al SINAC, llegarían a formar 13 551 rutas a nivel vecinal, y 14 159 tomando en cuenta las tres clasificaciones de redes viales del SINAC. El SINAC posee una longitud de 175 520,7 km, el 96,2% es la red vial existente y 3,8% es la red vial proyectada. La red vial existente, 17,2% son vías pavimentadas, y el 82,8% son carreteras no pavimentadas Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2020).

El 2019, la INDECIE (Instituto Nacional de Defensa Civil), expone el aumento de emergencias registradas a nivel nacional, por fenómenos de geodinámica externa, constituido por la presencia de alud, derrumbes, erosión y huayco de un 13.89% y por el fenómeno meteorológicos, conformado por bajas temperaturas, inundación, lluvia intensa, marejada y vientos fuertes con 59.16%.

Analizando la situación actual nos damos cuenta de que los caminos vecinales son los más ejecutados en nuestra realidad y es de vital importancia generar infraestructura vial de este tipo que posean características que cumplan los requerimientos de calidad y economía, además cabe precisar que estas vías son vulnerables a perecer problemas de los fenómenos del cambio climático.

Actualmente, el camino vecinal del tramo MP.PE-28B, de la población de San Salvador (km 0+00) hacia la comunidad de Iipay (km 5+160), distrito de San Salvador, provincia de Calca, departamento del Cusco, se encuentra en un estado de deterioro bastante avanzado, la baja resistencia y la disminución de la capacidad de soporte del afirmado ha generado fallas en la capa de rodadura, convirtiéndose en un riesgo latente por el constante daño ocasionado a esta vía, no solamente por

el afluente y el tránsito vehicular sobrepasando la carga de diseño estipulado por la norma, sino también los problemas de geodinámica externa las condiciones climatológicas como las precipitaciones pluviales e incluso nieve, en los meses de octubre a abril hacen que los suelos adquieran propiedades plásticas, y en los meses de mayo a septiembre se note una polución densa, deteriorando así también el parque automotor que circula la zona.

En este contexto se pretende dar una correcta servicialidad a esta carretera, y así brindar condiciones de calidad para el transporte de los pobladores locales, con la implementación de un recurso que les permitirá mejorar las propiedades físico – mecánicas de la vía mencionada, buscando siempre una consecuencia de calidad y económica, es por ello que se optó poner a prueba de ensayo de aditivos adicionado con/sin porcentajes de cemento y de esa forma estabilizar el afirmado de manera óptima y corroborado según las normas, con la finalidad de generar garantía de un apropiado funcionamiento durante el tiempo de vida útil predestinado y evitar gastos de mantenimiento por fallas prematuras.

El proyecto se justifica, ya que se obtendrá un beneficio importante para la población circundante de esta vía, poniendo en consideración de poseer al alcance una carretera en condiciones adecuadas de calidad es sumamente beneficioso para el avance de la población y sus comunidades, siendo la única vía de transporte de cargas y personas. El mejoramiento integral de esta vía permitirá satisfacer necesidades básicas a los habitantes locales en labores como la educación, el trabajo, la alimentación y la salud, con costos económicos, entendiendo que las vías que se encuentran en mal estado incrementan los costos de transporte. La propuesta del mejoramiento de las propiedades físico mecánicas para el afirmado en la vía del camino vecinal de la población San salvador a la comunidad Iipay, en consecuencia, se obtendrá una red de transporte que cumpla con los requisitos de calidad y se economice en el proceso constructivo, brindando a la población una infraestructura vial segura de óptimas condiciones, acondicionado para el desarrollo de la calidad de vida de sus habitantes.

II. MARCO TEÓRICO

Se consulta, se muestra y se define un panorama de las exploraciones científicas realizadas a nivel local, nacional e internacional, asimismo se definen términos que se utilizaran en la investigación.

En esta etapa se indaga estudios previos realizados a los indicadores de la actual investigación. A partir de la investigación realizada por Álvarez (2015), de la tesis “Estabilización Química de Suelos en Proyectos de Infraestructura Vial en Antioquia” para la obtención del título de Ingeniero Administrador. Explica y expone un inmenso impacto; y bajos recursos económicos en la composición de la estructura de una red vial con suelos de pobres cualidades estructurales, con la estabilización química. Tuvo como objetivo generar logros de los aspectos técnicos de la estabilización química en suelos con diferentes estrategias para diferentes tipos de suelo. Asimismo, adquirir los beneficios y costos, ambientales y de construcción con el uso de este tipo de estabilización de suelos.

Rivera, J., Aguirre, A., Mejía, R., & Orobio, A. (2020) contribuyen con el artículo “Estabilización Química De Suelos – Materiales Convencionales Y Activados Alcalinamente”, en el que se expone y analiza la etapa de los distintos materiales usados convencionalmente en la estabilización química de suelos, para ello se ha desarrollado una selección y exploración de los artículos de investigación publicados en correspondencia con la innovación de cementantes activados alcalinamente proponiendo varios métodos de estabilización de suelos contribuyendo varias propiedades particulares.

Pino, J. (2011) con su investigación “Aditivo químico obtenido de sales cuaternarias empleado para la estabilización de suelos arcillosos de subrasantes de carreteras”, con el uso de sales cuaternarias, se pudo descubrir una nueva vía de estabilización de suelos. Denominándola “Sistema de Estabilización e impermeabilización de suelos” nueva solución, que genera beneficios como lo económico y la facilidad de su uso, consiguiendo un alto porcentaje de resistencia y baja permeabilidad.

Quispe & Cusihuaman, (2019) hace estudio de la tesis “Evaluación De Las Propiedades Físicas Y Mecánicas De La Estabilización Química Con Aditivos Líquidos Compuestos por Biopolímeros de la Subrasante en la Carretera Huila-Huila – Piuray, Distrito de Chinchero, Provincia de Urubamba, Departamento Cusco”, este estudio enfatiza en comprobar las medidas de incurrencia de estabilizantes químicos, constituidos por biopolímeros (neo soil dust y Rocamix líquido) para la estabilización de suelo a la altura de la sub-rasante. Tomando variaciones de 2.5%, 5%, 10%, 15%, 30% y 45 % en relación a la dosificación exacta de la humedad, determinando la cantidad exacta del aditivo en función al tipo de suelo y a la vez establecer los estabilizantes que cumplen con las medidas de prueba para cada tipo de suelo.

Huaraz, (2020), realiza una tesis de investigación para su título profesional “Diseño del mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado, tramo San Luis -Santa Cecilia, distrito de Usquil, Otuzco, La Libertad” desarrollan un estudio de la vía, considerando estudios de campo, de gabinete o laboratorio, en base a ello se diseña una carretera de tercera clase de una longitud de 10+372, características de la propuesta, diseño geométrico, señalización de la vía, evaluación de ensayos de 10 calicatas, diseño del afirmado con el uso del estudio de IMDA y CBR; ancho de calzada de 6cm min, berma 0.50m, velocidad directriz 30km/h y cunetas triangulares de 0.90m x 0.30m.

Angulo, D. & Rojas, H. (2016), para la tesis “Ensayo De Fiabilidad Con Aditivo Proes para la Estabilización del Suelo En El AA. HH El Milagro”. Con el presente estudio, los autores buscan aprobar para el título profesional de la carrera de ingeniería civil, busca confirmar la correcta estructuración de los rasgos físicas y mecánicas en dicha vía con la utilización de aditivo químico PROES. Pone en Manifiesto que la utilización de las tecnologías innovadoras de Proes supera la capacidad de soporte del suelo y certifica su utilidad en el tiempo predispuesto en función a los grados de servicio de la obra, condicionalmente solo si se agrega aditivo sólido al suelo (Cemento Portland , 2021).

Infraestructura vial, la infraestructura vial está compuesta por la senda y todos sus partes que constituyen la composición de las vías y calzadas (MTC, 2006).

Afirmado, es la capa de la vía con materiales seleccionados, procesados o semi-procesados en función a la estructuración, que se ubica por encima de la subrasante de una ruta vial; su objetivo es el soporte del tráfico sobre el nivel de rodadura de en vías no asfaltadas. El afirmado tiene diferentes tipos o métodos de diseño, como el método de uso de estabilización (MTC, 2006).

Megasoil, es un producto polimérico en polvo seco soluble en agua, se caracteriza por ser estabilizador de alta capacidad su aplicación es simple y económica. El rendimiento del producto es incrementar la resistencia del suelo, disminuir la plasticidad y permeabilidad, bajar la expansión por humedad y elevar levemente la densidad. En su forma comercial viene en una botella plástica con 2kg de polvo granulado de contenido (Bituper S.A.C., 2018).

Policom, estabilizador aplicable a suelos de baja resistencia para subrasantes, sub-base y sub granular, al igual que para vías en afirmado. Comúnmente es usado para carreteras de penetración de bajo tránsito, redes nacionales de tráfico intenso, vías de tránsito pesado, calles y avenidas. Las propiedades del Polycom que se obtiene al ser aplicado a los suelos es mejorar la resistencia, aumenta la densidad, incrementa la capacidad de soporte, densificación en bajo contenido de humedad, sube la impermeabilidad al agua y aumento de CBR; su presentación comercial viene en una botella de 2kilos c/u (SEALS Group, 2020).

Proes, es un líquido con agentes catalizadores de composición orgánica derivado de sulfuros y ácidos combinados, solubles en agua. El objetivo de este producto es reducir el agua de las partículas del suelo, aumentando vacíos para el reacomodamiento ya sea por compresión o atracción (Páez, 2005).

Este aditivo también llamado estabilizador electroquímico, genera y proporciona propiedades como disminuir el nivel de espacios intersticiales, impermeabilizar, subir la sedimentación, optimizar la respuesta de compactación e incrementar la densidad del suelo (Javier Camacho, 2010).

Hidrología, es la Ciencia que estudia sus ocurrencias, origen, movimiento y genera los aspectos mecánicos, químicos y físicos de las pruebas de las fuentes de agua en

general, con el objetivo de compatibilizar con los diseños de dosificación óptima según los requisitos de las normas (MTC, 2006).

Índice Medio Diario (IMD), la cantidad de vehículos dimensionado en un intervalo de tiempo de 24 hrs., efectuados como mínimo en tres días, un día particular, sábado y domingo, determinados en un tramo de la vía. Índice Medio Diario Anual (IMDa): El volumen de vehículos que pasa en el transcurso de 24 hrs., posteriormente promediado al año (MTC, 2018).

Suelos, el suelo está constituido con variedades de material terroso, a partir del relleno de sobrante, hasta areniscas parcialmente cementadas o lutitas suaves. Son exoneradas de la conceptualización, las rocas sanas ígneas y los depósitos sedimentarios cementados en un alto porcentaje, que no se suavicen o descomponen velozmente por factores externos. El agua contenida es un factor imprescindible en el procedimiento mecánico del suelo, es prudente no exceptuarlo por ser un indicador y pilar fundamental de los suelos (Rico, 1973).

Suelos Estabilizados Con Cemento, se entiende por la constitución de una o más capas estructuradas en los suelos estabilizados con cemento Portland, en base a los requerimientos técnicos, así como de las extensiones, indicadores y disposiciones transversales sugeridos en el proyecto (MTC, 2006).

Suelos Estabilizados Químico, Se entiende por la constitución de una o más capas de suelos estabilizados con productos químicos, de acuerdo con las especificaciones técnicas, así como de las dimensiones, alineamientos y secciones transversales indicados en el proyecto (MTC, 2006).

Límites De Atterberg, Los límites de Atterberg son pruebas de laboratorio justificadas y desarrolladas en conformidad a los parámetros y normativas, con el objetivo de hallar los límites del rango de humedad, donde el suelo se conserva en estado plástico. En base a los datos logrados es factible catalogar en la Clasificación Unificada de suelos (Rubén A. García G. & Frankenstein S., 2016).

Nacen conceptualizado por un especialista en agronomía, Atterberg de origen sueco y consecutivamente reconceptualizados por Casagrande, para cumplir con el nuevo teorema de mecánica de suelos es así como en la actualidad se usa. Para conseguir estos límites se necesita recomponer (manipular), la muestra de suelo asolando de su composición inicial, por lo cual, la descripción del estado natural del suelo es fundamental y suplementaria. Para analizar los límites de Atterberg se hace estudio de todo el material por debajo de la malla #40 (0.42 mm). Es decir, que no solo se toma con la porción última del suelo (< malla #200), sino que se suma de igual forma la parte de arena fina.

Contenido de humedad (W), Inversamente proporcional entre el peso de agua y del suelo seco de una muestra. Se representa en porcentaje:

$$w = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

Ecuación 1. Formula del contenido de humedad

W_w: Peso agua.

W_s: Peso suelo seco.

Figura 1. Descripción de la fórmula de Humedad

Límite Líquido (LL), porcentaje de humedad del suelo en el límite, de la etapa semi-líquido y plástico (MTC , 2016).

Límite Plástico (LP), Es la cantidad de humedad del suelo en el límite, las fases semi-sólido y plástico (MTC , 2016).

Índice plástico (IP), se refiere a la variación entre los límites líquido y plástico, es otras palabras, el intervalo del rango de humedad, en el cual el suelo se conserva plástico:

$$IP = LL - LP$$

Ecuación 2. Fórmula Índice Plástico

IP: Índice Plástico

LP: Limite Plástico

LL: Limite Plástico

Figura 2. Descripción de la fórmula de Índice Plástico.

(Apuntes laboratorio CI44A, departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile)
(MTC , 2016).

Análisis Granulométrico, El análisis granulométrico, se desarrolla en referencia del estudio de una muestra de suelo radica en establecer la escala mensurable respecto al peso de las diversas dimensiones de granos, determinado por las aberturas de las mallas elegidas.

Equipos: Serie de mallas y balanzas. (Apuntes laboratorio CI44A, departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile).

Proctor Modificado, Compresión de suelos realizada dentro de un laboratorio con el uso de una energía modificada, establece la técnica de ensayo de la prueba de compactación de suelo (2700 KN-m*m³)

El ensayo mencionado comprende los seguimientos que se deben realizar para la compactación, realizados dentro de laboratorio, con el fin de obtener la correlación del contenido de agua y su peso unitario seco de los suelos (curva de compactación) comprimidos en un modelo o molde de 101.6 o 152.4 mm (4 o 6 pulg) de diámetro con un compresor (pisón) de 44.5N (10lbf), que derriba desde una altura de 457mm (18 pulg), ocasionando una energía de compresión de (2700 KN-m/m³ (56000 pie-lbf/pie³)) guía referida del Manual de ensayos de material, (MTC 2016).

CBR (California Bearing Ratio), este tipo de ensayo es para la buscar de un índice de resistencia de los suelos también llamado “valor de la relación de soporte”, es muy común. El estudio se desarrolla usualmente en el laboratorio sobre el suelo seleccionado y predispuesto en escenarios definidas con humedad y densidad,

aunque puede desarrollarse y aplicarse de manera análoga en base a muestras intactas recabadas del terreno.

Esta estrategia de prueba se utiliza con el fin de evaluar el nivel permisible de la resistencia del subrasante, subbase y material de base, de igual forma considerando materiales reciclados para utilizar en asfaltos de rutas. El valor de CBR, logrado es una forma general de varias estrategias de diseño de una capa de asfalto flexible (Manual de ensayos de material, MTC 2016).

Diseño de afirmado, El diseño de la superficie del afirmado en espesor en base a los estudios de IMDA estudio de tráfico y el CBR subrasante, con un material de cantera granular, analizado con el fin de dar garantía de la vida útil de la superficie de rodadura de la vía, los materiales pueden ser naturales o con aditivos químicos estabilizantes de suelos EG-CBT (2013).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

La investigación va a cumplir 2 procesos básicos:

La investigación Básica, sustentación de criterios e indicadores de análisis descriptivo y experimental en base a conocimientos y teorías existentes.

La investigación Aplicada, es aquello que da solución y salida a problemáticas prácticas. (Hernández S., Fernández C. & Baptista L., 2014).

Se sitúa problemas específicos que ubiquen soluciones rápidas predestinadas a la acción, su objetivo está enfocado en posibilidades concretas de efectuar las metodologías teóricas que conllevan a satisfacer y solucionar necesidades de la sociedad (Baena, 2017)

En base a referencias ya sustentadas se suma datos representativos recolectados del área de estudio, sobre ello se aplica métodos preexistentes para otorgar alternativas de una nueva propuesta.

Esta tesis es de tipo aplicada ya que se resuelve un problema que en este caso es el afirmado del camino vecinal MP.PE-28B tramo San Salvador – Irpay en base a referencias ya sustentadas, se suma datos representativos recolectados del área de estudio, sobre ello se aplica métodos preexistentes para otorgar alternativas de una nueva propuesta.

Diseño de la investigación.

Las exploraciones explicativas son más formuladas que el resto de los prototipos de investigación y conforman indicadores de las mismas (exploración, descripción y correlación), asimismo, posibilitan el porcentaje de comprensión del fenómeno de estudio (Hernández S., Fernández C. & Baptista L., 2014).

Aplicamos un diseño experimental ya que este tipo de investigación trata de realizar manipulación directa de las variables con el objetivo de llegar a una variable que responda a la solución del problema, en el proceso de la tesis se emplea este tipo de diseño, ya que se evalúan en ensayos las posibles soluciones enfocadas al descubrimiento de una propuesta idónea.

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variables Independientes:

Aditivos Estabilizadores, es de tipo cuantitativo, ya que se emplean métodos científicos de laboratorio para el ensayo, obtención, recolección e interpretación de datos y de tal manera genera un resultado exacto a los requerimientos.

Tipo de Suelos, es de tipo cuantitativo, se hace uso de técnicas de evaluación numérica de propiedades para el estudio y el diagnóstico de los resultados logrados.

3.2.2. Variable Dependiente:

Capacidad de Soporte de la vía, esta variable va correlacionado directamente como efecto de las variables independientes que son los aditivos estabilizadores “ensayo de Megasoil, Polycom y Aceite Sulfonado) y Cemento” y “el tipo de Suelo”, es de tipo cuantitativo ya que se empleara ensayos de laboratorio para determinar resultados numéricos.

3.3. Población

Población o universo agrupados en base a propiedades que tienen en común, estas pueden ser específicas (Sampieri, Collado & Lucio, 2014).

La población de investigación es un conjunto de caso delimitado y accesible que constituirá como fuente de referencia para definir la muestra además se debe de reajustar a condiciones de criterios preconcebidos (Arias, Villasis & Miranda, 2016).

La población de estudio es un conjunto de caso delimitado y accesible que constituirá como fuente de referencia para definir la muestra además se debe de reajustar a condiciones de criterios preconcebidos (Arias,Villasis & Miranda, 2016).

La Población de la zona de estudio de la investigación todo el circuito vial del camino vecinal MP.PE-28B en la provincia de Calca y departamento del Cusco.

3.3.1. Muestra

Es recurrente incluir en una investigación, muestras o subgrupos de poblaciones; con el objetivo de su utilización, más que la población como universo total, es la rapidez del tiempo y menor cantidad de individuos, por consiguiente, se ahorra recursos (Arias,Villasis & Miranda, 2016).

La zona de estudio que se selecciona se ubica dentro del tramo MP.PE-28B del km 0+000 al 5+160 de la población de San Salvador y la comunidad de Iipay elegido como muestra representativa de dicho circuito vial, ubicada en el distrito de San Salvador, Provincia de Calca. Los criterios de elección se basaron en la necesidad de los pobladores y en los recurrentes problemas de dicho tramo.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas

En la tesis se emplea la técnica de la observación de campo, para obtener datos importantes de área de estudio; asimismo, métodos de estudios básicos de laboratorio aplicados en la ciencia de la ingeniería, con la finalidad de adquirir información esencial para el análisis y la búsqueda de solución; de igual manera adquisición y documentación de datos técnicos justificados para la elaboración de un informe técnico sustentado y por último, en base a los datos obtenidos interpretar resultados encajables a la solución.

3.4.2. Instrumento

Los instrumentos que se emplearon son los equipos de campo y laboratorio de suelos, cada uno de los equipos utilizados nos brindó diferente tipo de resultados, y las fichas técnicas de nuestros productos que nos brindaron datos estandarizados.

3.4.3. Validez

La validez en una investigación se determina la revisión de la presentación del contenido, el contraste de los indicadores con los ítems (preguntas) que miden las variables pertinentes. En ese sentido, se estima la validez como el hecho de que una prueba sea de tal manera concebida, elaborada y aplicada y que mida lo que se propone medir (Galindo, 2017)

De tal modo los resultados de los ensayos de laboratorio para ser validados serán presentados con la firma, sello y número de colegiatura vigente del ingeniero especialista, que certifique el correcto procedimiento de los ensayos correspondientes, así como también se anexa los certificados de calibración del laboratorio de suelos.

3.4.4. Confiabilidad

La confiabilidad es la dimensión de los instrumentos de exploración para obtener datos y para interpretar lógicamente y concretamente con la “frecuencia de aplicación” (Sampieri, Collado & Baptista, 2014).

La confiabilidad la presentaremos con los certificados que ratifiquen la buena calibración de nuestras herramientas de laboratorio de mecánica de suelos.

3.5. Procedimientos

Para la organización de esta etapa se propone, secuencias de pasos especificados para obtener los recabados de datos y la concepción de la propuesta:

3.5.1. Primera fase

Reconocimiento y visita a la zona de estudio, ratificación de las necesidades y problemas del tramo MP.PE-28B, ubicado en el distrito de San Salvador.

3.5.2. Segunda fase

Se realizaron estudios básicos de recolección de datos como extracción de calicatas en diversas ubicaciones, levantamiento topográfico, estudio de canteras, evaluación de las fuentes de agua, dichas muestras se han remitido a los laboratorios de agua y de mecánica de suelos, someterla a las pruebas correspondientes.

3.5.2.1. Ensayos para la muestra de suelos

Clasificación de suelos por el método SUCS y por el Método AASHTO, el mecanismo es recurrentemente utilizado como categorización de suelos es el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el cual sectoriza el suelo en 15 conjuntos ubicados por denominaciones y simbolismo.

El método de categorización para la edificación de vías AASHTO, es utilizado comúnmente, los suelos son clasificados en grandes grupos, pueden ser porosos, de grano grueso o de grano fino, granular o no granular y cohesivo, semi cohesivo y no cohesivo.

Considerando los datos del laboratorio, se sintetiza en valores físicos que muestran los suelos.

Prueba de contenido de humedad, con base a los requerimientos de la norma NTP 339.127 (ASTM D- 2216), se entiende como mecánica de suelos la humedad del de la misma o el porcentaje de agua llevado a la analogía entre el peso del agua comprendida y el peso de la etapa solida representados en porcentaje; se realiza la evaluación con la finalidad de obtener la diversificación de la humedad en el terreno, para verificar si existe la napa freática.

Prueba de Análisis Granulométrico, según menciona la norma NTP 339.128 (ASTM D-422-63), se realiza para indagar la categorización en base a la proporcionalidad de su dimensión de las partículas encontradas en un tipo de suelo. En consecuencia, es factible la codificación en base a las estrategias de mecanismos de estudio como AASHTO o SUCS; la prueba es fundamental, el mayor porcentaje de los indicadores de aprobación de suelos, para ser usados en base o sub bases de vías, drenajes, etc. se basan en estos estudios. Para determinar la ubicación de volúmenes y tamaños, se emplearon tamices parametrizados y reglamentados, ubicados de forma descendiente.

Ensayos de Limite Líquido, se considera en secuencia a la norma NTP 339.129 (ASTM D-4318), a los suelos de grano fino, existe la posibilidad de generarle consistencias semilíquidas combinadas con agua. Cuando este comprendido de humedad se somete por vaporización y se vuelve a combinar la muestra, se logra un material plástico, el material se convierte en un estado sólido y se desmenuza cuando se desfigura. Se realizaron las pruebas con fines de ubicar el tipo de suelo.

Ensayo de Limite Plástico, según los parámetros de NTP 339.129 (ASTM D 4318), para determinar las dimensiones de la plasticidad se consideró el sistema de prueba de Atterberg, menciona como primer punto la plasticidad no un aspecto perenne, al contrario, es casual y basado en el porcentaje de humedad.

Propiedades Mecánicas, son ensayos que permitieron obtener la resistencia de los suelos o propiedades después de la acción de las cargas en la superficie.

Ensayo de Proctor Modificado (ASTM D-1557), Examen de Proctor se efectuó para ubicar un contenido de humedad eficiente, por lo cual se requiere la mayor densidad seca del suelo con una compresión precisa. Este tipo de prueba se debe desarrollar anteriormente de utilizar el agregado en el terreno, de esa forma comprender la cuantificación de agua, que se requiere para lograr la óptima compactación.

La secuencia de compactación mencionada estudia la atribución que ejerce en el transcurso de la cantidad inicial de agua del suelo, logrando que el dimensionamiento es primordialmente importante en la compresión obtenida. En consecuencia, se muestra la valoración de contenidos de humedad, para humedad ascendente se da en consideración de valores bajos, se logran altos específicos secos y en consecuente a ello optimas compresiones del suelo, sin embargo, esta secuencia no continua interminablemente, por el contrario, al procesar la humedad de otra cuantía, los pesos específicos secos determinados decrecerán, entonces los resultados quedarán no óptimos para las compactaciones. En otras palabras, para un tipo suelo y utilizando el proceso mencionado, existe una humedad inicial, denominada la "óptima", que genera el nivel elevado de peso específico seco que puede determinarse con esta secuencia de compactación.

En términos generales se puede concluir a bajas cantidades de agua, en los suelos finos, de los suelos arcillosos, el agua tiene características o facciones capilares ocasionando compactaciones entre las partículas que constituyen el suelo, lo cual conlleva a establecer aglutinaciones laboriosamente desintegrables que no facilitan la compactación.

El acrecentamiento de la tasa del contenido de agua reduce esa elasticidad capilar en el agua generando que una misma energía de compresión ocasione excelentes valores dentro de lo permisible. Por otra parte, si el porcentaje del contenido del agua es que genere exuberancia de agua libre, el nivel de rellenar aproximadamente los espacios vacíos o intersticiales del suelo, esta frena una excelente compactación, causa por el cual no puede deslizarse instantáneamente a los impactos del pisón.

3.5.2.2. Ensayos para las muestras de la cantera

Reconocimiento de campo en espacios del entorno del tramo de estudio, se observó zonas con existencia de materiales de propiedades que marcan un panorama para su uso o aprovechamiento como afirmado para el tramo vecinal.

La metodología para la identificación y exploración de canteras consiste en ubicar bancos de materiales con los volúmenes necesarios para el trabajo, estas se exploran mediante sondajes tipo trincheras de 1.5 m como mínimo para poder calcular la potencia de la cantera; de las trincheras exploradas se obtiene muestras representativas de material de cada estrato encontrado, las cuales se identifican y embalan en bolsas de polietileno para que posteriormente sean enviados al laboratorio de mecánica de suelos(MTC,2016).

Trabajos de Laboratorio

Los ensayos en laboratorio permitieron poner a prueba las características específicas de la compresión de los suelos por medio de exámenes o ensayos químicos, mecánicos y físico. Las muestras extraídas de suelos, proceden de cada exploración, estas mismas serán puestas en evaluación en base a los requisitos y al a guía de la American Society of Testing and Materiales (ASTM).

Las pruebas de laboratorio, para establecer las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los materiales de cantera; se efectuaron de acuerdo al Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras el MTC (EM-2000).

Propiedades Físicas

Se considero que las evaluaciones físicas correspondieron a los que ratifican las características de los suelos que permitieron su categorización.

Clasificación de Suelos por las Técnicas de SUCS y AASHTO

En base a la clasificación de AASHTO, es muy recurrente que se utilice para la construcción de vías también es usada de forma integral. Los suelos de igual forma pueden ser categorizados en grupos, como porosos, de grano grueso o grano fino, granular o no granular y cohesivo, semi cohesivo y no cohesivo.

Propiedades Mecánicas

Son pruebas que facilitan obtener la resistencia de los suelos y sus peculiaridades o propiedades que se modifican en base a las sollicitaciones de carga.

Ensayo de Proctor Modificado - ASTM D-155, Con este tipo de Proctor, se hace uso con el fin de determinar el contenido de humedad, los requisitos imprescindibles como se ha mencionado en los párrafos anteriores es la máxima densidad seca del suelo sumado a una compactación optima. Su uso será previo al uso del agregado sobre la superficie de igual forma para definir la dosificación del agua que se usará.

CBR (California Bearing Ratio) - ASTM D-1883, El índice de California (CBR) es una unidad de dimensionamiento de la resistencia al esfuerzo cortante de una superficie de rodadura, depende de la densidad y humedad, serán minuciosamente calculadas.

3.5.2.3. Ensayos para las muestras de la fuente de agua (Estudios Hidrológicos)

La metodología para le exploración de fuentes de agua consistió en ubicar fuentes de agua tales como ríos, riachuelos, lagunas, manantiales, etc. de estos serán

debidamente ubicados mediante sus Coordenadas UTM, luego la toma de la información de sus características y acceso hacia ella. Se ha tenido en cuenta la información de su caudal permanente, ubicación y accesos hacia la fuente de agua.

3.5.2.4. Ensayos para los estabilizantes

El ensayo se realizó con la cantera optima, combinada con la dosificación exacta de los estabilizantes y cemento, considerando en diseño las indicaciones técnicas de los parámetros máximos y/o mínimos que deben cumplir los suelos estabilizados, varía de acuerdo a la condición climática. La superficie de rodadura de las soluciones básicas, está constituida por una capa de suelo estabilizado (Ministerio de Transportes y Comunicaciones , 2015).

Tabla 1. Especificaciones Técnicas de tipos de Estabilizantes y parámetros

SUELO ESTABILIZADO CON	PARAMETROS
Cemento	1. Resistencia a compresión simple = 1.8 MPa mínimo (MTC E 1103) 2. Humedecimiento-secado (MTC E 1104): - Para suelos A-1; A-2-4; A-2-5; A3 = 14 % de Pérdida Máxima - Para suelos A-2-6; A-2-7; A-4; A5 = 10 % de Pérdida Máxima - Para suelos A-6; A-7 = 7 % de Pérdida Máxima
Emulsión Asfáltica	1. Estabilidad Marshall = 230 Kg mínimo (MTC E 504) 2. Pérdida de estabilidad después de saturado = 50% máximo 3. Porcentaje de recubrimiento y trabajabilidad de la mezcla debe estar entre 50 y 100%
Cal	1. CBR* = 100% mínimo (MTC E 115, MTC E 132) 2. Expansión \leq 0.5%
Sales	1. CBR* = 100% mínimo, CBR no saturado (MTC E 115, MTC E 132)
Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)	1. CBR* = 100% mínimo (MTC E 115, MTC E 132) 2. Expansión \leq 0.5%

(*) CBR corresponde a la penetración de 0.1"

Nota: Norma de uso de Aditivos químicos. Adaptada de Documento Técnico soluciones Básicas en carreteras no pavimentadas, 2015.

Parámetros, para el uso, en ejecución de obra y en el diseño de los estabilizantes, deben cumplir los suelos estabilizados, los requerimientos mínimos y/o máximos según norma.

Especificaciones técnicas de los tipos de estabilizadores y su aplicación según su región, se atribuye las condiciones climáticas y los recursos circundantes de la zona.

Tabla 2. Tipos de Estabilizadores Aplicados en la Sierra

ZONA	MATERIALES O SUELOS PREDOMINANTES	ESTABILIZADOR DE SUELOS APLICABLE
SIERRA (Altitud: entre 500 y 4800 msnm)	Suelos granulares, de nula a plasticidad media (Clasificación AASHTO: A-1, A-2, A-3, A-4, A-5)	- Cemento Portland, Ceniza Volcánica, Puzolana - Emulsión asfáltica - Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)

Nota: Norma de uso de Aditivos químicos en la sierra. Adaptada del Documento Técnico soluciones Básicas en carreteras no pavimentadas, 2015.

Los datos extraídos del laboratorio y de los estudios básicos de ingeniería para estabilizantes químicos, se delimitaron en base a los parámetros de la siguiente tabla (5), favorable para la determinación del estabilizante óptimo.

Tabla 3. Parámetros de Aceptación de los trabajos

ENSAYO	TOLERANCIA	FRECUENCIA
Grado de compactación*	95% mínimo, excepto en suelos estabilizados con sales, que debe ser 100% mínimo	Cada 250 m ²
Óptimo Contenido de Humedad	± 1.5%	Cada 250 m ²
Espesor	Espesor medio ≥ Espesor de diseño Espesor individual ≥ 95% Espesor de diseño	Cada 250 m ²
Uniformidad de la superficie	Medición paralela y transversal al eje de la vía, efectuada con regla de 3 m.; no deben existir variaciones mayores a 10 mm.	Cada 250 m ²
Resistencia	Según Cuadro N° 01, además: Resistencia media ≥ Resistencia de diseño Resistencia individual ≥ 95% Resistencia de diseño	03 muestras por día o jornada de trabajo
Granulometría	Estos ensayos se deben ejecutar antes del mezclado con el estabilizador.	01 muestra por día o jornada de trabajo
Índice Plástico		
Proctor Modificado		
Rugosidad (IRI)	5.0 m/Km máximo	En toda la sección Después de 08 días
Penetrómetro Dinámico de Cono	Resistencia media ≥ Resistencia de diseño Resistencia individual ≥ 95% Resistencia de diseño	03 mediciones por jornada de trabajo Después de 08 días

(*) CBR corresponde a la penetración de 0.1" y grado de compactación, según lo indicado en el cuadro N° 03

Nota: Norma de uso de Aditivos químicos en la sierra. Adaptada del Documento Técnico soluciones Básicas en carreteras no pavimentadas, 2015.

3.5.2.5. Proceso del diseño de Afirmado

Se uso la normativa “Manual para el Diseño de carreteras no pavimentadas de bajo Transito, 2008”, para obtener el dimensionamiento del espesor de la capa de la superficie de rodadura del afirmado, se analizó la sub rasante natural, la calidad de la cantera y la calidad de la fuente de agua como material y; la demanda de tráfico del camino vecinal. En base a lo mencionado, se estructura la capa granular de rodadura; además, se utilizó las capas granulares por ser de bajo volumen de tránsito menor a 50.

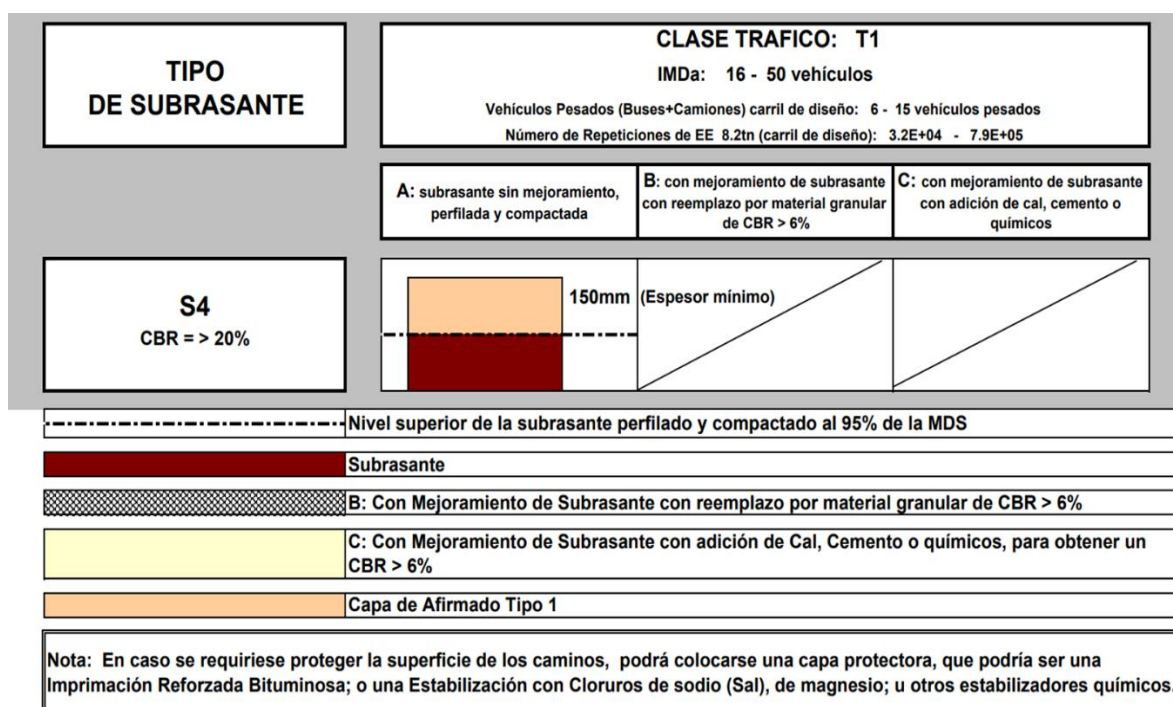


Figura 3. Catálogo de Capas de Revestimiento Granular, MTC, 2008

La capa de afirmado será perfilada según alineamientos básicos con dimensiones y parámetros indicados. Establecido como Afirmado Tipo 1, para un IMD menor a 50 veh/día, caminos de bajo volumen de transito clase T1, comprende como resultado del método de zarandeo, un material granular natural o de grava, con el parámetro del índice de plasticidad con una cantidad de 9 máx.

3.5.3. Tercera fase

Respecto a los resultados de estudio, se pone en ensayo en diferentes proporciones de los estabilizantes (Megasoil sin cemento, Polycom sin cemento y Aceite sulfonado con cemento), de tal forma obtener el aditivo indicado y su correcta dosificación.

3.6. Método de análisis de datos

- Con los datos obtenidos del laboratorio de la calicata, analizamos el CBR, y su tipo de suelo.
- Comparar los resultados de la muestra de la cantera los resultados de CBR.
- Ensayos de la cantera, cemento con aditivos estabilizantes

3.7. Aspectos éticos

Estos ensayos fueron realizados en un laboratorio dedicado al estudio de suelos y los resultados fueron obtenidos con total honestidad, responsabilidad y transparencia para determinar las propiedades iniciales y su posterior mejoramiento del suelo, adjuntamos los certificados de calidad en los anexos.

IV. RESULTADOS

4.1. Información de la zona de estudio

El área de estudio se sitúa a 46.8km al noreste de la ciudad de Cusco en la provincia de Calca, distrito San Salvador, a una altitud de 3600 msnm. Con latitud: 13° 29' 32" Sur y longitud: 71° 46' 42" Oeste, limita con los pueblos de Pisac, Saylla, Oropesa y Colquepata.



Figura 4. Ubicación del departamento de Cusco



Figura 5. Ubicación de la provincia de Calca

El distrito San Salvador según la INEI del 2017, cuenta con 3,362 habitantes anualmente se incrementa en una tasa de 100 a 200 usuarios como se menciona en la siguiente estadística (INEI, 2017). Sin embargo, dentro de la provincia de Calca es la antepenúltima localidad que cuenta con menos pobladores. En la actualidad, existen 5,622 personas dentro del distrito, en la población principal San salvador residen un alto porcentaje de personas y el resto se distribuye en las comunidades como Iipay.

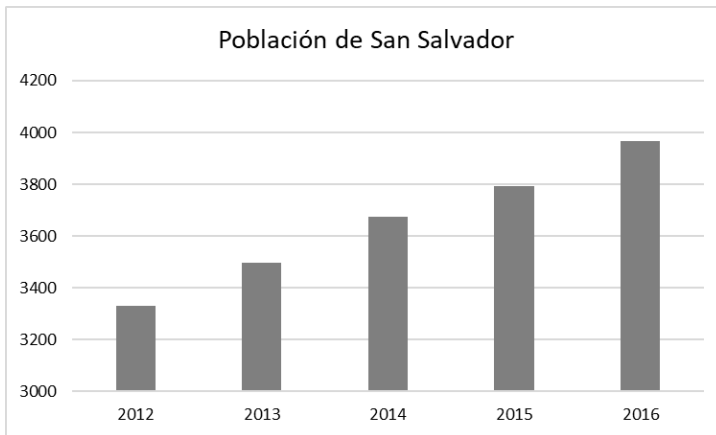


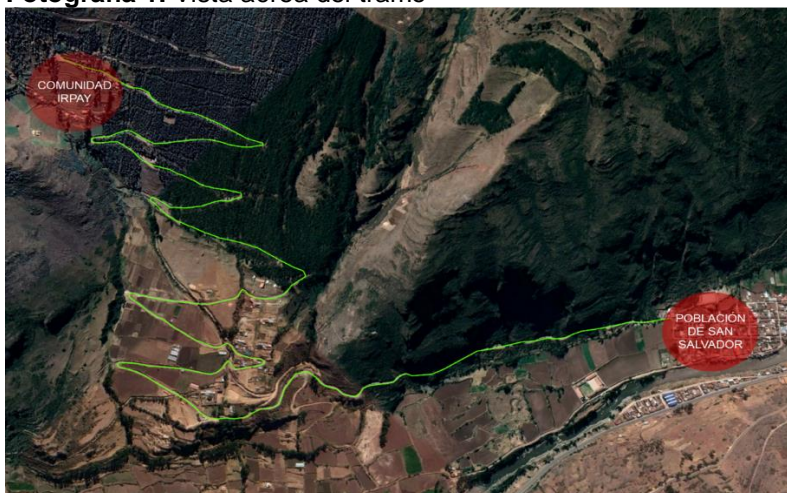
Figura 6. Estadística del crecimiento poblacional de San Salvador en base a la INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática), 2017.

4.2. Ubicación de la zona de estudio

En base a la salida de campo de la zona mediante caminatas, se verifica visualmente la problemática actual de la comunidad Irpay en vínculo a la población principal del distrito de San Salvador, en base a estos hallazgos se propone el tramo de estudio.

El área de estudio se sitúa a 46.8km al noreste de la ciudad de Cusco en la provincia de Calca, distrito San Salvador; puntualmente en el tramo: MP.PE-28B partiendo de la población principal de San Salvador en el Km 0+00 hacia la comunidad de Irpay en el Km 5+160, es una zona que posee longitudes críticas en la carretera desgastado en ciertas distancias.

Fotografía 1. Vista aérea del tramo



Nota: Mapa satelital de la ubicación del tramo desde la población, San Salvador hasta la comunidad Irpay, adaptad del programa Google earth, 2021.

4.3. Trabajos previos del tramo

Para alcanzar las metas de la exploración geotécnica, estipula una apreciación de forma local, con definición de los tipos de suelos y rocas, problemas de geodinámica externa dentro de este ámbito, que tienen incidencia sobre la ruta; a lo largo del recorrido se hace un estudio de detalle, con definición de sus características lito estratigráficas. Las investigaciones geotécnicas también han estado referidas a la exploración en el trazo de todo el proyecto, mediante evaluación de cantera que se realizó de forma visual, analítica y muestreo. La visión es ubicar el estado existente de los suelos y de la superficie de rodadura del camino vecinal, para poder plantear alternativas de solución sustentadas en las técnicas de la ingeniería correspondientes.

4.3.1. Estudio de la demanda de tráfico vehicular (IMDA)

El conteo del tráfico se llevó durante tres días según el Manual de Diseño de Caminos no Pavimentados (2008), los dos días del fin de semana y un día particular, de una semana de circulación normal, se consideró la contabilización de vehículos y catalogados por tipo de los mismos. Los resultados obtenidos del IMDA es un promedio de 18 veh/día entre camionetas, camiones y buses (carga pesada).

El tramo seleccionado pertenece a una vía de tercera clase, con calzada de 6m de ancho, del cual se puede apelar a dos carriles de 3m aproximadamente, según norma, considera el uso de estabilizadores de suelo en micro pavimentos o en afirmados de la superficie de rodadura. Opta de un terreno ondulado de entre 2°-25° (tipo 2), demanda un moderado movimiento de tierras, permite alineamientos rectos, alterados con curvas de radios amplios.

4.3.2. Trabajo de Campo

Fotografía 2. Trabajo en campo, toma del Ancho de la vía, 2021.



Nota: Ancho de la vía 6m, adaptado de los trabajos de campo, 2021.

La recolección de información de los suelos es fundamental dentro de los trabajos de campo para la evaluación de la capa de rodadura actual y la determinación de su espesor, para ello se realizó la verificación del estado superficial actual de la vía; así como, la exploración de los suelos existentes, las muestras de materiales representativos, para su análisis en el laboratorio, de ese modo establecer el perfil estratigráfico de los suelos que constituyen la zona en estudio. Para que, en función al examen de los resultados conseguidos se pueda establecer la dimensión de la estructura de la superficie de rodadura y devolver así la transitabilidad de la vía, la cual debe soportar la demanda de cargas atribuidas por los vehículos que emplearan dicha vía. Los piques fueron ejecutados con un espaciamiento cada 500 mt. identificando los espesores, daños y anchos; de acuerdo con los Términos de Referencia.

- Piques cada 500 mt. de los suelos de cada estrato encontrado.
- Los piques se desarrollan en torno al ahuellamiento de los vehículos, de manera alternada de derecha a izquierda.
- Ubicación de subtramos en peligro (por drenaje y desperfectos por uso).
- El muestreo fue debidamente identificado con el kilometraje.

4.3.3. Descripción Detallada de la Superficie de Rodadura

Consiste en el desarrollo preciso del estado actual en el que se encuentra el camino incluyendo: fallas en la plataforma y espesores que se encontraron en la superficie de rodadura debidamente explicados, con su respectivo panel fotográfico para ser más precisos con cada detalle que se pone de manifiesto, también se consideraron otros aspectos que fueron encontrados en cada 1 km de la vía y se detallaron en los siguientes cuadros:

Tabla 4. Cuadro de resumen de la Verificación de espesor de pavimento

Progresiva	Espesor (m)	Observaciones / Comentarios	Fotografía*
			Nº
0+000.00	0.04	Afirmado existente con presencia de material Cascajeado	1
0+500.00	0.06	Afirmado existente con presencia de material Cascajeado	
1+000.00	0.04	Afirmado existente con presencia de material Cascajeado	
1+500.00	0.03	Afirmado existente con presencia de material Cascajeado	
2+000.00	0.04	Afirmado existente con presencia de material Cascajeado	2
2+500.00	0.04	Afirmado existente con presencia de material Cascajeado	
3+000.00	0.03	Afirmado existente con presencia de material Cascajeado	
3+500.00	0.04	Afirmado existente con presencia de material Cascajeado	
4+000.00	0.05	Afirmado existente con presencia de material Cascajeado	3
4+500.00	0.05	Afirmado existente con presencia de material Cascajeado	
5+000.00	0.06	Afirmado existente con presencia de material Cascajeado	
5+500.00	0.06	Afirmado existente con presencia de material Cascajeado	

Nota: Elaboración propia

El pavimento existente presenta un desgaste superficial alto, lo cual nos indica que la estabilización con aditivo se hará con el aporte de material de cantera.

Tabla 5. Panel fotográfico

DESCRIPCIÓN	VISTA FOTOGRAFIA
Vista de Inicio de Tramo, Prog: 00+200, 10° - 25°	
Ahuellamiento > a 10 cm. Material gravas arcillosa. Topografía ondulada 8°-20° 02+120	
Ahuellamiento > a 10 cm. Material gravas arcillosa margen derecha del tramo. Topografía ondulada 2° - 5° 04+735	
Ahuellamiento > a 10 cm. Material gravas arcillosas. Topografía ondulada 10° - 25° 05+045	
Ahuellamiento > a 10 cm. Material gravas arcillosas. 5° - 16° 5+160	

Nota: Elaboración propia en base a los trabajos de campo

En concordancia con los términos de referencia, se verificó el espesor de la capa existente de afirmado a lo largo de toda la vía, realizando pequeñas calicatas cada 500 metros, cuyos resultados se muestran, del inventario vial. La verificación del espesor del afirmado se realizó en la huella más desfavorable. En el panel fotográfico, correspondiente al inventario vial, se muestra las vistas fotográficas de la toma de datos de cada uno de estos puntos.

4.3.4. Resumen de los Ensayos realizados

Se describe en el cuadro resumen de los ensayos realizados al material extraído de la subrasante que se obtuvieron de las muestras realizadas cada 500 metros, las mismas que fueron agrupadas de 5 kilómetros, siendo sometidas a los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico,
- Límites de consistencia,
- Abrasión,
- Proctor modificado
- CBR.

No se ha encontrado zonas de la vía a la altura de un terreno natural. A continuación, presentamos un cuadro resumen de las características de los suelos, como resultado de los ensayos efectuados:

Tabla 6. Análisis Granulométrico por tamizado del suelo existente

MUESTRA PROGRESIVA		SUCS	AASHTO	LIMITES			% H
				<i>L.L.</i>	<i>L.P.</i>	<i>I.P.</i>	
<i>M-01</i>	<i>5+000</i>	SM	A-1-b (0)	23.11	19.6	3.51	12.30

Nota: Elaboración propia

Tabla 7. Analisis de Proctor

MUESTRA PROGRESIVA		PROCTOR		CBR	
		DENSIDAD MÁXIMA	HUMEDAD OPTIMA	95%	100%
<i>M-01</i>	<i>5+000</i>	2.03	11.10	29.60	39.00

Nota: Elaboración propia

4.3.5. Conclusiones

- La evaluación visual que se realizó en campo abarcó su ancho, espesor y daños presentados en la superficie de rodadura cada 500 metros y estos posteriormente agrupados de 5 kilómetros para la muestra de laboratorio.
- En el afirmado el daño que predomina de manera notoria es la erosión, esto debido al desgaste que ha sufrido a lo largo del tiempo y a las cunetas obstruidas que obligan al agua a ejercer su cauce por la superficie de rodadura.
- Las muestras extraídas de la plataforma a lo largo del camino vecinal, no cumplen con las características mínimas exigidas a la calidad de un afirmado, mostrando en los resultados de ensayos incumplimiento de Índice

de plasticidad y CBR, por lo que este material es inadecuado como uso de afirmado.

- Luego de realizar la verificación de los espesores a lo largo del camino vecinal cabe indicar que el espesor del volumen dentro de la capa existente del afirmado actual es en promedio de 05.00 cm, pero esta capa no cumple con las condiciones para ser usado como afirmado, por lo que el espesor a colocar será de 15.00 cm esto a lo largo de toda su longitud.

4.4. Trabajos previos de la Cantera

Los ensayos de mecánica de suelos realizado en la cantera se desarrollaron con el propósito de indagar las peculiaridades de los rasgos de los materiales que la cantera sea utilizada como capa estructural (afirmado) que servirá como superficie de rodadura. Seleccionando únicamente aquellas que demuestren que la cantidad y calidad del material existente sean los adecuados y suficientes para la construcción de la vía para la ejecución de las partidas inmersas en el presente mantenimiento vial. Los trabajos de campo se direccionan a examinar el sub suelo, por medio la realización de calicatas en la zona en estudio de las canteras. Se consideraron muestras de los espacios de evaluación o zonas de exploración, los que también son enviados al laboratorio para su evaluación pertinente. Los ensayos de laboratorio se orientarán a precisar las cualidades físicas y mecánicas de los suelos recolectados, que utilizarán para establecer las propiedades por tipo de cantera, mezclas y delimitar su utilidad como afirmado. El objetivo es el de determinar las características físicas mecánicas de los materiales a utilizar en el mantenimiento vial, con el fin de obtener un pavimento a nivel de Afirmado tal que brinde a la vía una servicialidad contundente, a la calidad y garantía con materiales pertinentes que certifiquen el tiempo de uso; de igual forma, se establecerá las canteras (afirmado, afirmado mejorado, etc.), y las fuentes de agua que lleguen a los requisitos técnicos, básicos establecidos en las normas o reglamentos vigentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones con las cuantificaciones mínimas exigidas para habilitarlo al servicio.

4.4.1. Trabajo de Campo de la Cantera

El estudio de canteras se realizó con la finalidad de ver los volúmenes totales de las canteras escogidas para el estudio, las que serán explotadas y deberán satisfacer las necesidades del camino en mención tanto en calidad y cantidad.

Las labores se inician con la ubicación de la cantera a lo largo del tramo en estudio, ubicadas las canteras se realizaron calicatas exploratorias (mínimo 03 prospecciones por cada área menor o igual a una hectárea); de las que se extrajeron muestras de las calicatas zonificadas dentro del área de exploración con un volumen adecuado para su evaluación y ensayo en laboratorio.

4.4.2. Descripción Detallada de la Cantera

Se realizó el levantamiento de coordenadas de ubicación con GPS de la cantera el cual va a ser utilizada en el mantenimiento vial para de esta manera determinar los usos, volumen y potencia del banco de materiales, de igual manera se delimitó a través de coordenadas UTM dicha cantera. A continuación, se presenta las tablas con la limitación de la cantera para el tramo indicado, el lugar específico de la cantera se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 8. Ubicación de la Cantera

CANTERA N° 01 "C-01" Progresiva Km 00+500, Acceso a 10 metros.	
Coordenadas:	198312 E 8507594 N
Cota:	3047 M.S.N.M.
Área Delimitada Para Explotación:	2646.56 M ²
Uso:	Afirmado
Volumen A Utilizar:	8109.80 M ³
Potencia Bruta:	9058.52 M ³

Nota: Elaboración propia

Tabla 9. Vértices Perimétricos

VERTICES PERIMETRICOS		
CODIGO	ESTE	NORTE
V1	198312	8507594
V2	198315	8507605
V3	198336	8507623
V4	198396	8507588
V5	198368	8507559

Nota: Elaboración propia

Fotografía 3. Cantera C-01 progresiva 00+500



Nota: Tomado en los trabajos de campo.

La cantera a ser usada en el camino vecinal fue evaluada para verificar la calidad, potencia, rendimiento y accesibilidad, estado de la vía de acceso y por su situación legal (libre disponibilidad). De igual manera, se calculó el volumen de material utilizable y desechable, el tiempo y forma de uso y su alcance. Se reconoció el proceso de aprovechamiento y su posibilidad para facilitar los distintos materiales para ser utilizados. La eficacia de las propiedades de la Cantera es dada por la optimización del conjunto de Especificaciones Técnicas conforme a la utilización que se plantea. En los párrafos siguientes se describirán las canteras que se proponen para ser utilizadas en la ejecución del mantenimiento vial.

Se seleccionaron los bancos de materiales apropiados, la elección se realizó en relación a la potencia servible, rasgos geotécnicos convenientes en correspondencia a su utilidad, se consideró el perímetro de la zona de explotación y el presupuesto de la movilidad.

Tabla 8. Descripción de la Cantera

CANTERA	ACCESO M.	ESTADO ACCESO	PROG.	LADO	USOS	COMENTARIO
C-01	10 m	Pie de carretera	00+500	Derecho	Afirmado	Cumple

Nota: Elaboración propia, se seleccionaron únicamente aquellas que demostraron calidad y cantidad de material existente, ya que estas canteras son adecuadas y suficientes.

A continuación, se describen las canteras que se proponen para ser utilizadas en la presente ejecución del mantenimiento vial:

Tabla 10. Datos de Cantera

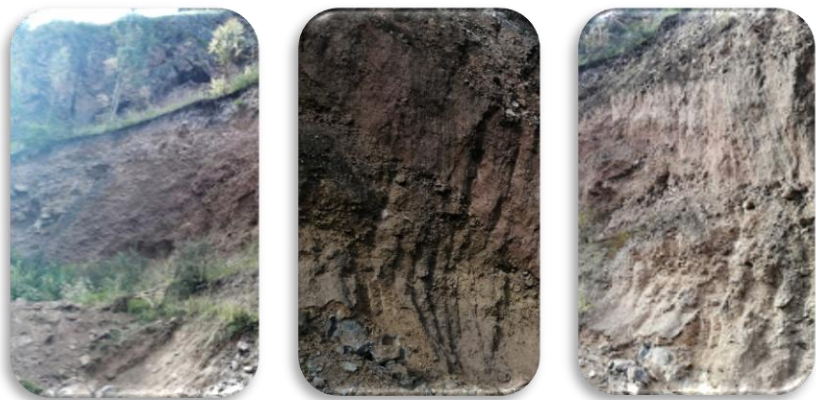
CANTERA C-01. KM 00+500	
Coordenadas	: 198312 E 8507594 N
Ubicación	: La cantera está ubicada a la altura del km 00+500, lado Derecho del camino en estudio.
Acceso	: A la cantera se accede mediante la carretera existente
Descripción De Los Agregados	: Los materiales de la cantera corresponden a un material grava con arcilla y limo.; la cual esta propuesta para ser empleada como material de la capa de rodadura.
Área	: 2646.56 m ²
Profundidad	: 3.42 m aprox.
Potencia	: 9058.52 m ³
Rendimiento	: 80 % para Afirmado : 20 % para Relleno
Usos	: Afirmado y Relleno.
Tratamientos	: Para su empleo en afirmado y relleno, los materiales deben ser zarandeados para eliminar las gravas de tamaño mayor a 2", según especificación.
Periodo De Explotación	: Todo el año
Explotación	: Retro excavadora y camión
Propietario	: Poblado de San Salvador

Nota: Elaboración propia en base a los estudios.

Otro aspecto fundamental de la evaluación de los suelos es la proporción de humedad natural, básico para la resistencia de la subrasante, esencialmente de los finos, se halla estrechamente ligada con los contextos de humedad y densidad que manifiesta el suelo. Los datos resultan de los aspectos cualitativos, los índices y estudios granulométricos, se muestra a continuación en siguiente la Tabla:

“clasificación de Materiales de Cantera”, que abrevia los resultados básicos y generales de los materiales puestos en evaluación, considerando los dimensionamientos de los métodos de análisis de SUCS y AASHTO.

Tabla 11. Clasificación de coordenadas y Materiales de la Cantera

Cantera	Calicata	Progresiva	Este (X)	Norte (Y)	SUCS	AASHTO	Uso
C-01	C-01-A	00+500	198318	8507599	GM	A-1-b (0)	<i>Afirmado y relleno</i>
	C-01-B		198345	8507610	GC-GM	A-1-b (0)	
	C-01-C		198358	8507578	GM	A-2-4(0)	
Fotos C-01-A C-01-B C-01-C							

Nota: Elaboración en base a las clasificaciones SUCS y AASHTO.

4.4.3. Ensayos realizados en laboratorio (Gabinete)-Cantera

En conformidad a los datos remitidos por el área de laboratorio y al estudio de la escala de espesores de los niveles de la estructura de la capa de rodadura útiles en conformidad a las muestras y al espacio aprovechable, ha sido posible dimensionar la cantidad útil por cantera.

Además, considerando la investigación de las proporciones máximas del material, para zarandear se evaluó la capacidad de cada cantera. Tal cálculo de las canteras elegidas se menciona en el cuadro superior:

Tabla 12. Rendimientos de Canteras

Nº	CANTERA	POTENCIA	ACCESO	VOL. A USAR
C-01	Km 00+500	9058.52 m ³	10 m.	8109.80 m ³

Nota: Elaboración en base a los resultados de los Laboratorios

Tabla 13. Resultados y especificaciones de los Ensayos

ENSAYOS	CANTERA KM 00+500				
	Resultados			Especificación	Observación
	C-01-A	C-01-B	C-01-C		
Granulometría	Adjuntado en el anexo			<i>Huso</i>	Cumple
Limite Líquido (%)	27.78	25.66	28.46	<i>35 máx.</i>	Cumple
Índice Plástico (%)	5.10	4.88	6.15	<i>4 – 9</i>	Cumple
Abrasión (%)	37.79	37.79	37.54	<i>50 máx.</i>	Cumple
CBR (%)	38.00	40.00	38.00	<i>40 mín.</i>	No cumple

Nota: Elaboración en base a los resultados de los Laboratorios

4.4.4. Conclusiones para la Cantera

- El presente estudio se ha desarrollado con la finalidad de investigar las características físico-mecánicas de los materiales que componen la cantera, con el propósito de establecer su uso, en las actividades del mantenimiento vial propuesto.
- El estudio de la cantera engloba la ubicación, exploración y demostración de los perfiles física – mecánicas de los materiales para los diversos usos planteados.
- Se identificó 01 cantera en las progresivas 00+500, la cual fue descrita y ensayada para poder determinar su calidad cumpliendo los criterios que exige la normativa de la MTC (EG-2013).
- El CBR hallados en la cantera C-01 no cumplen con lo exigido por la norma (Tabla 15).

- Se recomienda el uso de estabilizantes (aditivos químicos) para que estos puedan alcanzar los parámetros exigidos y mejorar sus propiedades físico-químicos.
- En conformidad a lo mencionado, y en compromiso de los constructores del servicio, se aconseja llevar un el control continuo de las características físico-mecánicas de los adheridos en relación de las cantidades exploradas, indicador principal y sobresaliente en el estado y existencia útil en el tiempo de la ruta.
- El cumplimiento minucioso de las normativas técnicas y sus detalles es imprescindible para llevar la inspección de calidad de la asistencia de mantenimiento (proceso constructivo y materiales).
- Es prudente ratificar que los ítems seguidos en las especificaciones de la actual investigación, se encontraran en correlación a los parámetros generales para la edificación de vías del MTC (EG – 2013).
- La calidad óptima está estrechamente relacionada con el control continuo y adecuado de las normativas y guías de calidad de los materiales previamente y en el transcurso la realización del servicio (etapas de construcción). En consecuencia, se considera dar un seguimiento cabal y eficiente de las técnicas e instrucciones preestablecidos en la Ingeniería para el empleo de Materiales (Cantera), esencialmente considerando la variabilidad horizontal y vertical que demuestra por su originalidad sin perder el control de las propiedades físico – mecánicas de los aditivos en relación con las cantidades exploradas.

4.5. Trabajos previos de las Fuentes de Agua

La ubicación de la fuente de agua, se efectuaron con el objetivo de indagar las propiedades y la proximidad al tramo. Esta agua permitirá el abastecimiento de las cisternas para usarlas como riego a la estructural (afirmado) que servirá como superficie de rodadura. Seleccionando únicamente aquellas que demuestren que la cantidad y calidad del material existente sean los adecuados y suficientes para la construcción de la vía para la ejecución de las partidas inmersas en el presente mantenimiento vial.

4.5.1. Trabajo de Campo de la fuente de agua

La prueba de la fuente de agua se evaluó con el fin de obtener la cantidad y el caudal de la fuente de agua escogida para la investigación, el que será explotado y deberá de dar solución a las exigencias del camino en mención tanto en calidad y cantidad.

Las labores se inician con la ubicación de la fuente de agua a lo largo del tramo en estudio, ubicada la fuente de agua se realizaron toma de muestras; de las cuales se retiraron muestras representativas del área correspondiente en cuantías necesarias para ser estudiadas y resueltas en laboratorio.

4.5.2. Descripción Detallada de la fuente de agua

Se selecciono aquella fuente de agua ubicada a lo largo de la vía en estudio para evaluar su uso en el servicio de mantenimiento vial.

Fase de campo

Los trabajos de campo que se efectuaron radicaron en la ubicación de la fuente de agua, realizando preliminarmente un recorrido a lo largo del tramo. Se seleccionaron únicamente aquella fuente de agua, con calidad, capacidad de explotación y cantidad son apropiadas y suficientes para los trabajos del mantenimiento de la vía. El lugar de ubicación del afluyente de agua los presentaremos en el siguiente cuadro:

Tabla 14.Ubicación de la Fuente de agua

Fuente de Agua	Progresiva	Lado	Acceso (m)	Estado Acceso	Uso
F-01	09+086	D y I	3200	A pie de carretera	Afirmado

Nota: Elaboración en base a los trabajos de campo.

Fuente de Agua F-01 KM 09+086

Tabla 15. Cuadro de datos

UBICACIÓN	:	Km 09+086 fuera de la vía en estudio
ACCESO	:	A 3200 metros.
ESTADO DEL ACCESO	:	bueno
TIPO DE FUENTE DEL AGUA	:	Riachuelo
CAUDAL PROMEDIO	:	3.8 m ³ /s.
USO	:	Capa de rodadura y Concreto
PERIODO DE EXPLOTACIÓN	:	Durante todo el año.

Nota: Elaboración en base a los trabajos de campo.

Fotografía 4. Vista de la fuente de agua F-01



Nota: Tomada en el reconocimiento de trabajo en campo

4.5.3. Ensayos realizados en laboratorio (Gabinete)

Según las metodologías normalizados para los análisis de aguas potables y residuales sugerido por American Water Works Association (AWWA), Water Pollution Control Federation (WPCF), American Public Health Association (APHA).

El resultado de la muestra se clasifica como S1C1 que significa salinización baja y alcalinización baja por consiguiente el agua es de buena calidad y es apto para el afirmado de carretera.

Tabla 16. Resultados del laboratorio de Agua

DETERMINACIONES		UNIDAD	M2
Dureza	CaCO ₃	ppm	32
Alcalinidad	HCO ₃ ⁻	ppm	43
Acidez	CO ₂	ppm	5.5
Cloruros	Cl ⁻	ppm	5
Sulfatos		ppm	5
pH			6.6
Conductividad eléctrica		μS/cm	50
RAS			0.4
clase			S ₁ C ₁

Nota: Elaboración en base a los trabajos de campo.

Según las metodologías normalizados para los análisis de aguas potables y residuales sugerido por American Water Works Association (AWWA), Water Pollution Control Federation (WPCF), American Public Health Association (APHA).

El resultado de la muestra se clasifica como S1C1 que significa salinización baja y alcalinización baja por consiguiente el agua es de buena calidad y es apto para el afirmado de carretera.

4.5.4. Conclusiones - Fuente de agua

- El actual estudio se desarrolló con el propósito de investigar las características (volumen y caudal) de las fuentes de agua.
- Las canteras selectas son las que muestran material cuya cantidad y calidad del material actual son las óptimas y capaces de abarcar nuestra demanda para las labores de mantenimiento.
- La fuente de agua a usarse para la distribución de las capas granular será:
F-01. Km 09+086

4.6. Diseño de Suelos con Estabilizantes

En la presente investigación de estabilización de los suelos de afirmado se efectuaron los ensayos con tres tipos diferentes de estabilización como son el cemento + Proes, Megasoilt y Policom, aplicado a la cantera del proyecto así

establecer el óptimo contenido de los estabilizantes para cada suelo de préstamo, el mismo que serán aplicado en el afirmado de la vía.

Cantera C-01.00+500

El suelo de la cantera 00+500 es compatible para su estabilización con cemento + Proes, Megasoilt y Polycom, ya que para realizar su estabilización cumple en su caracterización geotécnica, como se desarrolló en la siguiente tabla que se muestra a continuación.

Tabla 17. Relación entre la cantera y los estabilizantes.

Descripción	Muestra	Estabilizante		
Cantera	Promedio	Cemento + Aceite Sulfonado	Megasoilt	Polycom
<i>Humedad natural</i>	11.2			
<i>Limite Plástico</i>	22.31	<40		
<i>Incidencia de Plasticidad</i>	6.15	<18		
<i>Clasificación SUCS</i>	GM			
<i>Clasificación AASTHO</i>	A-2-4(0)			
<i>observación</i>	CUMPLE			

Nota: Elaboración en base a los trabajos de campo y estudios realizados.

4.6.1. Ensayo de CBR con Aditivos (Aceite Sulfonado, PolyCom y Megasoil)

Las dosificaciones optimas que los proveedores proponen se toman como si fueran el 100%.

4.6.1.1. Proes:

El aditivo liquido Proes se agrega en dosis 0.25 lt/m³ de suelo establecido compactado. Para lo cual se ha tomado 0.25 lt/m³ para 100% de dosificación. Para mejor elaboración y dosificación se usó las siguientes dosis.

- Proes : 0.19, 0.21, 0.23 y 0.25 (lt/m³)
- Cemento : 1.0, 1.5, 2.0 y 2.5 (%)

4.6.1.2. PolyCom:

Una botella de polyCom trata 50 m³., y se vende en botellas de 2 kg. Cada una para lo cual se ha tomado 0.02 kl/m³ para el 100% de dosificación. Para mejor elaboración y dosificación se usó las siguientes dosis.

- PolyCom : 0.016, 0.018, 0.020 y 0.022 (kg/m³)

4.6.1.3. Megasoilt:

Se vende por galones y cada galonera de 2 kg, cada unidad rinde para estabilizar 100 TN. Para lo cual se ha tomado 0.033 kg/m³, para el 100% de dosificación. Para mejor elaboración y dosificación se usó las siguientes dosis.

- Megasoilt : 0.0264, 0.0297, 0.0330 y 0.0363 (kg/m³)

Se tiene los siguientes resultados para la cantera.

4.6.2. Cantera C-01. 00+500

Tabla 18. Evaluación de Proes + cemento + Cantera (CBR)

Cantera	CBR	Dosificación con Cemento + Proes (%)			
		0.19 lt/m ³ + 1%	0.21 lt/m ³ + 1.5%	0.23 lt/m ³ + 2%	0.25 lt/m ³ + 2.5%
00+500	100	67.90	101.70	121.50	137.90
	95	58.40	82.80	106.60	130.50

Nota: Elaboración en base a los estudios de laboratorio.

Tabla 19. Evaluación del Megasoilt + Cantera (CBR)

Cantera	CBR	Dosificación con Megasoilt (%)			
		0.016 kg/m ³	0.018 kg/m ³	0.020 kg/m ³	0.022 kg/m ³
00+500	100	71.80	77.40	85.80	92.50
	95	53.60	60.10	75.20	85.50

Nota: Elaboración en base a los estudios de laboratorio.

Tabla 20. Evaluación de PolyCom +Cantera (CBR)

Cantera	CBR	Dosificación con PolyCom (%)			
		0.0264 kg/m ³	0.0297 kg/m ³	0.0363 kg/m ³	0.0363 kg/m ³
00+500	100	58.80	64.40	79.50	108.30
	95	46.10	52.90	61.20	86.40

Nota: Elaboración en base a los estudios de laboratorio.

De acuerdo al cuadro de dosificación VS CBR, se puede ver, que la dosificación con cemento + aceite sulfonado es el que da mayo CBR, por lo que sería esta dosificación al 100% propuesto por el proveedor la óptima.

Tabla 21. Resultados de los ensayos de los Aditivos

Descripción	Cemento + Aceite Sulfonado	PolyCom	Megasoilt
<i>CBR al 100%</i>	<i>121.50</i>	<i>79.50</i>	<i>85.80</i>

Nota: Elaboración en base a los resultados del laboratorio.

Se ha elaborado el ensayo CBR con el material de cantera más aditivo, donde se tiene que el más óptimo es la combinación de cemento + aceite sulfonado.

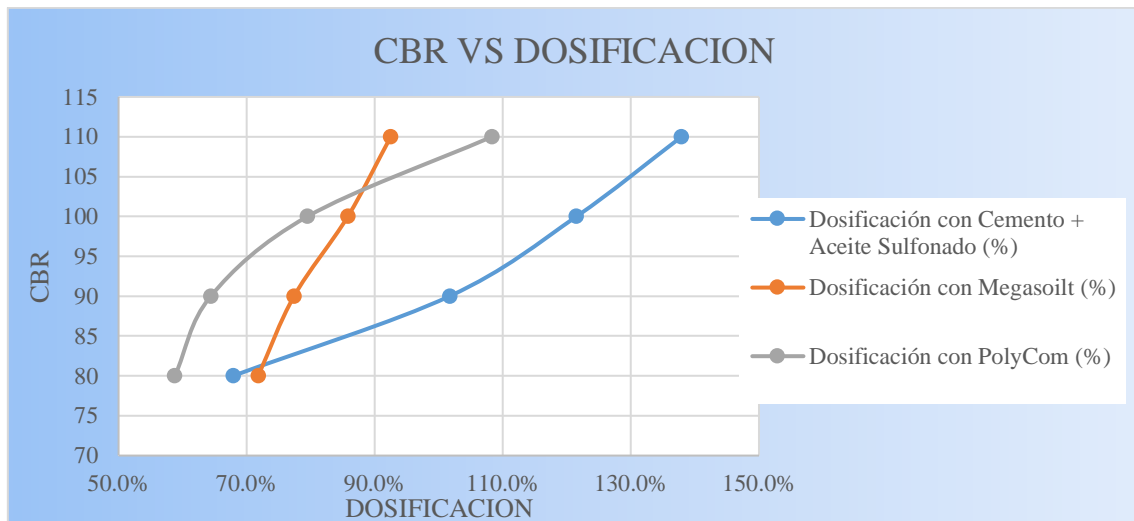


Figura 7. Esquema de relación de CBR y la dosificación de estabilizantes

4.6.3. Especificaciones Mínima 100%

Tabla 22. Cuadro de especificación mínima del aditivo

Cantera	Cemento (%)	Aceite Sulfonado lt/m ³	% CBR Óptimo
00+500	1.81	0.18	100

Nota: Elaboración en base a los resultados del laboratorio.

4.6.4. Diseño del afirmado

La demanda de tráfico vehicular IMD es de 18veh/ día, según la normativa del Manual de Diseño de caminos no pavimentados se encuentra en clase de tráfico T1 con un IMDa de 16-50 vehículos, dentro del catálogo que usamos para el revestimiento de capas granulares, para estas dimensiones de S4 (tipo de subrasante), con un CBR mayor a 20%, Tipo C mejoramiento con adición de químicos; requiere la capa del afirmado tipo 1 con el espesor menor igual a 15 cm. Se propone un espesor de 15cm de un CBR de 39 %, 10 cm la capa de afirmado de la propuesta y 5 cm del existente.

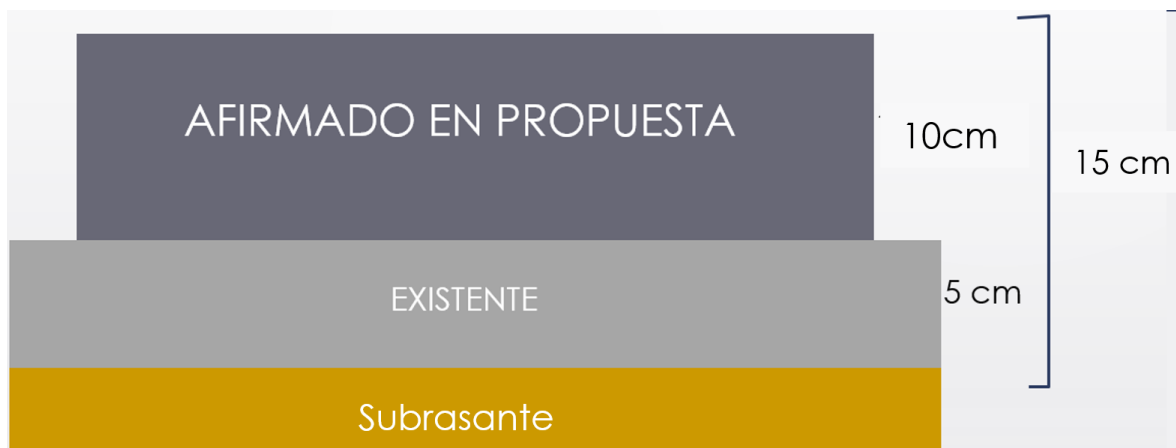


Figura 8. Diseño de afirmado. Elaboración propia

El tramo posee una capa de afirmado de 5cm, el cual se aprovecha como capa estructural, se coloca el espesor necesario de 10 cm para completar al total, obtenido según el catálogo de capas, de esa forma se cumple con los requerimientos de la norma. El material nuevo se mezcla con el existente hasta conseguir homogenización y generar una capa de rodadura adecuadamente perfilada y con buena compactación de 15cm.

4.6.5. Conclusiones

- Para el presente proyecto se sugiere utilizar el aditivo **Proes + Cemento**, para la especificación Mínima 100 %. Cantera C-01 progresiva 00+500: Aceite Sulfonado 0.18 lt/m³ y Cemento 1.81% y un afirmado tipo 1 de 15cm de espesor.

V. DISCUSIÓN

La investigación presente, responde a la hipótesis y al objetivo planteado en la matriz; por consiguiente, se precisa la interpretación de resultados en relación a teorías, parámetros y normativas consultadas en los capítulos anteriores, además de ser correlacionado con la metodología, para de esa forma generar como resultado de este estudio, un aporte científico al conocimiento académico de esta disciplina.

El objetivo general de la presente tesis es el “Mejoramiento de afirmado y evaluación de estabilizantes para el camino vecinal tramo: MP.PE-28B, distrito San Salvador, provincia Calca, región Cusco”; el tramo MP.PE-28B, específicamente comprendido entre la Población San Salvador km 0.00 y la comunidad de Iipay km 5+160. Dentro del diagnóstico del levantamiento de información en campo, se determinó que la vía se encuentra en condiciones desfavorables de deterioro avanzado, disminución de la capacidad de soporte el daño más predominante es la erosión, debido al desgaste a lo largo del tiempo y a las cunetas obstruidas que obligan al agua a ejercer su cauce por la superficie de rodadura y por causa de problemas de geodinámica externa, así también como lo confirma la INDECI del aumento porcentual de los fenómenos meteorológicos y de geodinámica externa en un 59.9% y 13.89%.

En los primeros estudios geotécnicos, se definió las características lito estratigráficas, la cantera y la fuente de agua, como recurso de construcción. Los resultados de campo del tramo de un muestreo de cada 500 metros en 5km aproximadamente con un promedio 5 cm (Tabla 3) de espesor de la capa actual del afirmado, a partir de ahuellamientos mayor a 10cm de material gravas arcillosa y con una topografía ondulada que oscila de 2° - 25°. El espesor mencionado no cumple con las condiciones y requisitos para ser usado como afirmado, por lo que se usara una capa de 15.00 cm a lo largo de la longitud. El estudio del índice de tráfico promedio de IDMA con 120 vehículos diarios y un ancho de carretera de 6.00 m en promedio.

Los resultados de las investigaciones básicas de ingeniería, estudio granulométrico, límite de consistencia de Atterberg, abrasión, proctor modificado y

CBR; estudio mecánico de suelos (EMS) evaluado según NTP 339.128 (ASTM D-422-63) mediante el sistema AASHTO O SUCS y en base a la muestra (M-01) agrupada de la extracción de piques de cada 500 m de la plataforma a lo largo del camino vecinal en todo el recorrido de los 5km, con un porcentaje fino mayor a 12%, mediante el límite líquido con 23.11 y el índice de plasticidad 3.51 se clasifica el suelo en el método SUCS como arenas limosas (SM) y con el método de AASHTO, el índice de plasticidad (I.P.) es menor al 6% entonces se categoriza como suelo grueso (A-1-b(0)) ubicado en el índice de grupo (Ig) con baja plasticidad. Asimismo, en el ensayo de Proctor se obtuvo la densidad máxima de 2.03 y óptima humedad de 11.10; el CBR valor de soporte de suelos es de 95% con 29.60 y el 100% con 39.00; el dato obtenido del ensayo de Resistencia de Abrasión del ensayo de los Ángeles es de un desgaste de 43.11%. Las muestras analizadas no cumplen con las características mínimas exigidas a la calidad de un afirmado, los ensayos no llegan a calificar para el índice de plasticidad y CBR por el que este material no es adecuado como uso de afirmado.

Los ensayos de la cantera C-1 se determina con el propósito de averiguar las características del materiales el cual será utilizado como capa estructural del afirmado que servirá como superficie de la rodadura, la cantera está ubicado en la progresiva 0+500 lado derecho, su acceso es pie de carretera a 10m, el área de exploración es 2646.56 m² el volumen de uso será 8109.80 m³, potencia bruta es 9058.52 m³, su estudio se efectúa en base al Manual para Ensayos de Materiales de Carreteras (MTC-EM-2000), su exploración fue con sondajes tipo de trincheras de 1.5m min, se realizaron calicatas exploratorias como min 3 muestreos por área inferior o igual a la hetarea de acuerdo a norma.

Los datos extraídos de los trabajos de laboratorio son resultado de propiedades, índices y análisis granulométrico clasificación de SUCS Y AASHTO C-01-A, como grava limoso, índice de plasticidad (I.P.) es inferior al 6% entonces se categoriza como un suelo grueso A-1-b(0) en el índice de grupo (Ig) con baja plasticidad, limite liquido 27.78%, índice de Plástico 5.10%, Abrasión 37.79% y CBR 38.00%, C-01-B es grava limoso-arcilloso y como suelo grueso A-1-b(0) en el índice de grupo (Ig) con baja plasticidad, limite liquido 25.66%, índice de Plástico 4.88%, Abrasión 37.79% y CBR 40.00%,; y C-01-C con grava limo y es menor al 10% de índice de plasticidad, entonces se categoriza como suelo grueso A-2-4(0) todos en

el índice de grupo (Ig) con baja plasticidad, límite líquido 28.46%, índice de Plástico 6.15%, Abrasión 37.54% y CBR 38.00%, enfocado para el uso de afirmado 80% y relleno 20% para su uso los materiales deben ser zarandeados para eliminar las gravas de tamaño mayor a 2”.

Los estudios se han desarrollado para determinar la demostración de las propiedades físico y mecánicas del material para el uso en construcción, el CBR hallados en la cantera C-01 no cumple con lo requerido por la norma. Por consiguiente, se propone el uso de estabilizantes o aditivos para alcanzar los parámetros exigidos y generar óptimas propiedades físico-químicas, es prudente mencionar que las cláusulas no contempladas en las especificaciones están en concordancia con los requerimientos exigidos por las normas para Construcción de Carreteras MTC-EG-2013; para obtener resultados idóneos depende que se desarrolle una inspección permanente y un seguimiento estricto de las técnicas y procedimientos de ingeniería.

Por otro parte, se hace estudio de la fuente de agua F-01 es un riachuelo en la progresiva 09+086 al lado derecho e izquierdo acceso a pie a 3200 m con un caudal de 3.8m³/s, se evalúa en base al sistema de Manual de Hidrología, Drenaje y Hidráulica (2018), uso como material para el afirmado de la capa de rodadura y concreto, el estudio revela que por medio del método de evaluación de aguas potables y residuales de America Public Health Association (APHA), la muestra se clasifica como S1 C1 que significa salinización baja y alcalinización baja por consiguiente el agua es de buena calidad y es apto para el afirmado.

A raíz que la cantera necesita mejorar sus componentes físico-químicos y aumentar las condiciones de un afirmado frente a agentes externos, se hace búsqueda del aditivo indicado y óptimo, se pone a prueba los siguientes aditivos, ya que su estabilización cumple en su caracterización geotécnica; Proes, se agrega en dosis 0.25 lt/m³ para 100% de dosificación de suelo establecido compactado del cual se obtuvo una dosificación de Proes con 0.19, 0.21, 0.23 y 0.25 (lt/m³) más Cemento con 1.0, 1.5, 2.0 y 2.5 (%); Megasoil se agrega en dosis 0.033 kg/m³ para 100% de dosificación de suelo del cual se logró una dosificación de Megasoil con 0.0264, 0.297, 0.330 y 0.0363 (kg/m³) sin cemento y Polycom se agrega en dosis 0.02 kl/m³ para 100% de dosificación de tal manera su dosificación del Polycom es 0.016, 0.018, 0.020 y 0.022 (kl/m³) sin cemento.

De acuerdo a los ensayos realizados con los aditivos estabilizantes y el cuadro de relación entre la dosificación vs CBR, se ratifica por medio de la prueba del CBR al 100%, con cemento y Proes de 121.50, Polycom con 79.50 y Megasoil con 85.80, por consiguiente, se determina que la dosificación de cemento y aceite sulfonado es el de mayor CBR es la combinación optima, razón por el que se concluye utilizar aceite sulfonado 0.1it/ m³ + cemento 1.81% para la especificación mínima CBR óptimo al 100%, cantera C-01 de la progresiva 0+500.

VI. CONCLUSIONES

Se logró dar respuesta a la hipótesis de la investigación con una propuesta viable e innovadora al problema principal del área de estudio, de igual manera se aporta al conocimiento académico de la ingeniería dentro de la rama del afirmado. Para esta conclusión se desarrolló un levantamiento de datos en campo del cual se determina el tramo con una topografía ondulada de 2° - 25° de 6m en promedio de ancho y 5cm de espesor, con IDMA de 18 veh/día en promedio, con respecto a los estudios básicos de suelos, se determinó el límite líquido de 23.11, el índice de plasticidad 3.51 y el límite plástico 19.6, con un suelo (SM) arenas limo y con el método de AASHTO, se categoriza como suelo grueso (A-1-b(0)) en el índice de grupo (I_g) con baja plasticidad; el CBR, valor de soporte de suelos es de 95% con 29.60 y el 100% con 39.00; Resistencia de Abrasión de un desgaste de 43.11%. La muestra analizada no cumple con la calidad mínima exigida de un afirmado.

Se optó por hacer uso de la cantera C.01, se encuentra en la progresiva 0+500 al lado derecho, con 3 prospecciones de estudio según las Especificaciones técnicas que nos provee el MTC para edificación de Carreteras de MTC(EG-2013), la cantera contiene tres muestras, C-01-A se conforma por grava limoso suelo grueso, A-1-b(0) con CBR 38.00%, C-01-B está constituido grava limoso-arcilloso y como suelo grueso A-1-b(0) con CBR 40.00%; y C-01-C contiene grava limo suelo grueso A-2-4(0) con CBR 38.00%, enfocado para el uso de afirmado 80% y relleno 20% para su uso los materiales la comprobación de las propiedades físico-mecánicas para el uso en construcción, el CBR hallados en la cantera C-01 no cumple con lo requerido, razón por el cual se propuso aditivo estabilizante para mejorar las propiedades físico-químicas. De igual forma se hizo un análisis hidrológico de la fuente de agua F-01 en la progresiva 09+086 de un caudal de 3.8m³/s, se clasifica como S1 C1, salinización baja y alcalinización baja, el agua es de buena calidad y es óptimo para el afirmado.

Para el mejoramiento de las propiedades químicas del afirmado se puso en ensayo el CBR y arrojó como resultado aceite sulfonado Proes de 121.50, Polycom con 79.50 y Megasoil con 85.80, en base al análisis y a la dosificación evaluada se

concluye que la dosificación de cemento y aceite sulfonado es el de mayor CBR es la combinación óptima.

El diseño del afirmado se definió en seguimiento del manual de carreteras maneja (EG-CBT 2018) un espesor de 15cm,10 cm de nuestra propuesta y 5 cm de material existente; con una dosificación de aceite sulfonado Proes 0.1it/ m³ + cemento 1.81% para la especificación mínima CBR óptimo al 100%, cantera C-01 de la progresiva 0+500, para su mantenimiento durante la construcción el uso de la fuente de agua.

VII. RECOMENDACIONES

Es necesario realizar un estudio preliminar para este tipo de investigaciones, plantear un plan de análisis y ensayos con tiempos especificados, de esta manera sería un buen punto de partida.

Considerar como punto de diagnóstico a partir de la recolección de información en campo, y tener presente los estudios primordiales básicos, especialmente las causas del problema jerarquizadas de acuerdo a su nivel de incidencia en la zona del proyecto; asimismo, el estudio de suelos y los recursos que se pueden usar en el lugar como vía de solución para la construcción o mejoramiento de un afirmado.

Por otra parte, Seguir los parámetros y los manuales de carretera, estabilizantes, canteras y fuentes de agua estipulados por el MTC o de otras entidades privadas con fidelización del marco científico académico nacionales e internacionales, generaran mayor asertividad, eficiencia, seguridad y garantizara su utilidad de vida, para tal motivo, seleccionar esencialmente la cantidad y la calidad de estos materiales como recurso principal o de mantenimiento. En caso de usar la cantera como material de la superficie de rodadura, dar seguimiento estricto del acatamiento de las especificaciones técnicas y la inspección permanentemente de las características físico-mecánicas de los materiales como agregados en base de los volúmenes utilizados, indicador del comportamiento y permanencia de la vía. Así como desempeñar adecuadamente la inspección de calidad del servicio de mantenimiento de los materiales, fundamentalmente la variabilidad horizontal y vertical; y del proceso constructivo; como resultado de lo mencionado dependerá la buena calidad del afirmado.

Se recomienda realizar mantenimiento periódico para prolongar la vida útil de la vía, y brindar un mayor nivel servicio óptimo de seguridad y garantía para la transitabilidad de los usuarios.

REFERENCIAS

- Álvarez, M. (2015). *Estabilización Química de Suelos en Proyectos de Infraestructura Vial en Antioquia*. Antioquia: Tesis de licenciatura, Escuela de Ingeniería de Antioquia, Ingeniería Administrativa .
- Angulo, R. (2016). *Ensayo de fiabilidad con aditivo PROES para la estabilización del suelo en el AA.HH. El Milagro*. Iquitos-Loreto: Tesis de licenciatura, Universidad Científica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería.
- Baena, G. (2017). *Metodología de la Investigación*. Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com>: Patria.
- Bituper S.A.C. (02 de Octubre de 2018). *Scribd*. Obtenido de <https://www.scribd.com/document/389917146/Ficha-Tecnica-Del-Megasoil>
- Cemento Yura . (2021). Obtenido de Ficha tecnica de Cemento Portland: <https://www.yura.com.pe/wp-content/uploads/2021/02/ficha-tecnica-cemento-frontera-ip.pdf>
- Comunicación, M. d. (2016). Obtenido de Manual de ensayos de Material: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-06-16%20Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
- Comunicaciones, M. d. (2006). *Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial*. Perú.
- google Earth. (2021). *Mapa virtual*. Obtenido de google Earth: <https://www.google.com/intl/es/earth/versions/>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Herrera Rojas, A. N. (1998). *Notas sobre psicometria*. Attribution Non-Commercial (BY-NC).
- INDECI, Instituto Nacional de Defensa Civil. (2019). *Compendio Estadístico del INDECI, La Preparación, Respuestas y Rehabilitación de la GRD*. Obtenido de INDECI: <https://www.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2020/01/COMPENDIO-FINALBAJA.pdf>
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). (2017). *Compendio Estadístico Cusco*. Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1493/libro.pdf

- Javier Camacho, O. R. (2010). Efecto de la radiación UV en arcillas expansivas tratadas con aceite sulfonado . *Redalyc, Ingeniería y Competitividad*, 40-50.
- Jesus Arias, M. V. (2016). Protocolo de Investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México*, 201-2016.
- Jhonathan Rivera, A. A. (2020). Estabilización química de suelos - Materiales convencionales y activados alcalinamente (revisión) . *Informador Técnico*, 84(2), 202-226. Obtenido de <https://doi.org/10.23850/22565035.2530>
- (2018). *Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje*. Perú: Ministerio de Transporte y Comunicaciones, MTC.
- Ministerio de Transporte y Comunicación . (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018*. Perú: MTC.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (07 de 08 de 2013). *Portal MTC-Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG-13)*. Obtenido de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-01-13%20Especificaciones%20Técnicas%20Generales%20para%20Construcción%20-%20EG-2013%20-%20\(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%20](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-01-13%20Especificaciones%20Técnicas%20Generales%20para%20Construcción%20-%20EG-2013%20-%20(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%20)
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones . (2015). *MTC* . Obtenido de Documento Técnico Soluciones Básicas en Carreteras no Pavimentadas.
- MTC, a. O. (2020). *ANUARIO ESTADÍSTICO*. Lima: Biblioteca Nacional del Perú N° 2013-07609.
- Norma Técnica Peruana. (1999). *Metodo de ensayo Analisis Granulometrico* . Lima-Cusco: Comisión de Reglamento técnicos y Comerciales.
- OPTIMASOIL. (2014). <https://www.optimasoil.com>. Obtenido de <https://www.optimasoil.com/terrasil/>
- Páez, D. (2005). Efectos de la estabilización electroquímica de los suelos finos. *Revista Ingeniería UPTC*, 83-96.
- Pino, J. J. (2011). Aditivo químico obtenido de sales cuaternarias empleado para la estabilización de suelos arcillosos de subrasantes de carreteras. *Revista Arquitectura e Ingeniería*, 5(2).
- Quispe, D. C. (2019). *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de la estabilización química con aditivos líquidos compuestos por biopolímeros de la subrasante en la carretera Huila-Huila – Piuray, distrito de Chinchero, provincia de Urubamba, departamento Cusco*. Cusco-Perú: Tesis de

licenciatura, Universidad San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ingeniería Civil.

Rico, E. J. (1973). *Mecánica de Suelos, Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos*. Mexico: LIMUSA.

S., R. A. (2016). *Unified Soil Classification System, USCS*. USA: ERDE.

SEALS Group. (junio de 2020). *AUSTLATIN (Paving the way to Latin America)*.
Obtenido de <https://austlatin.com.au/polycom/informacion-tecnica.html>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Consistencia	5
Anexo 2. Matriz de Operacionalización	6
Anexo 3. MUESTRA M-01, Analisis Granulométrico por Tamizado y Limites	7
Anexo 4. MUESTRA M-01, Ensayo de Proctor.....	8
Anexo 5. MUESTRA M-01, Ensayo valor de Soporte de suelos (CBR)	9
Anexo 6. MUESTRA M-01, Resultados del Ensayo CBR de suelos	10
Anexo 7. MUESTRA M-01, Resistencia a la Abrasión - Ensayo de los Angeles..	11
Anexo 8. CANTERA C-01-A, Analisis Granulométrico por Tamizado y Limites de Consistencia	12
Anexo 9. CANTERA C-01-A, Ensayo de Proctor	13
Anexo 10. CANTERA C-01-A, Ensayo de valor de Soporte de Suelos -CBR	14
Anexo 11. CANTERA C-01-A, Resultados del Ensayo CBR de Suelos.....	15
Anexo 12. CANTERA C-01-A, Resistencia a la Abrasión - Ensayo de los Ángeles	16
Anexo 13. CANTERA C-01-A, Perfil Estratigráfico	17
Anexo 14. CANTERA C-01-B, Analisis Granulométrico por Tamizado y Limites de Consistencia	18
Anexo 15. CANTERA C-01-B, Ensayo de Proctor	19
Anexo 16. CANTERA C-01-B, Ensayo Valor de Soporte de Suelos -CBR	20
Anexo 17. CANTERA C-01-B, Resultados del Ensayo CBR de Suelos.....	21
Anexo 18. CANTERA C-01-B, Resistencia a la Abrasión - Ensayo de los Ángeles	22
Anexo 19. CANTERA C-01-B, Perfil Estratigráfico	23
Anexo 20. CANTERA C-01-C, Analisis Granulométrico por Tamizado y Limites de Consistencia	24
Anexo 21. CANTERA C-01-C, Ensayo de Proctor.....	25
Anexo 22. CANTERA C-01-C, Ensayo Valor de Soporte de Suelos -CBR	26

Anexo 23. CANTERA C-01-C, Resultados del Ensayo CBR de Suelos	27
Anexo 24. CANTERA C-01-C, Resistencia a la Abrasión - Ensayo de los Ángeles	28
Anexo 25. CANTERA C-01-C, Perfil Estratigráfico	29
Anexo 26. Diagrama del perfil de la Cantera	30
Anexo 27. Analisis Fisicoquímico de Agua para Afirmado	31
Anexo 28. Diseño Cemento + PROES 0.19 it/m ³ – resultados numericos.	32
Anexo 29. Diseño Cemento + PROES 0.19 it/m ³ – resultados gráficos	33
Anexo 30. Diseño Cemento + PROES 0.21 it/m ³ – resultados numéricos	34
Anexo 31. Diseño Cemento + PROES 0.21 it/m ³ – resultados gráficos	35
Anexo 32. Diseño Cemento + PROES 0.23 it/m ³ – resultados números	36
Anexo 33. Diseño Cemento + PROES 0.23 it/m ³ – resultados gráficos	37
Anexo 34. Diseño Cemento + PROES 0.25 it/m ³ – resultados numéricos	38
Anexo 35. Diseño Cemento + PROES 0.25 it/m ³ – resultados gráficos	39
Anexo 36. Megasoilt 0,0264 Kl/m ³ – resultados numéricos.....	40
Anexo 37. Megasoilt 0,0264 Kl/m ³ – resultados gráficos	41
Anexo 38. Megasoilt 0,0297 Kl/m ³ - resultados numéricos	42
Anexo 39. Megasoilt 0,0297 Kl/m ³ - resultados gráficos	43
Anexo 40. Megasoilt 0,033 Kl/m ³ - resultados numéricos	44
Anexo 41. Megasoilt 0,033 Kl/m ³ - resultados gráficos	45
Anexo 42. Megasoilt 0,0363 Kl/m ³ – resultados numéricos.....	46
Anexo 43. Megasoilt 0,0363 Kl/m ³ - resultados gráficos	47
Anexo 44. PolyCom 0,016 Kl/m ³ - resultados numéricos	48
Anexo 45. PolyCom 0,016 Kl/m ³ - resultados gráficos	49
Anexo 46. PolyCom 0,018 Kl/m ³ - resultados numéricos gráficos.....	50
Anexo 47. PolyCom 0,018 Kl/m ³ – resultados gráficos	51

Anexo 48. PolyCom 0,02 Kl/m3 - resultados numéricos	52
Anexo 49. PolyCom 0,02 Kl/m3 - resultados gráficos	53
Anexo 50. PolyCom 0,022 Kl/m3 - resultados numéricos	54
Anexo 51. PolyCom 0,022 Kl/m3 - resultados gráficos	55
Anexo 52. Cantera C-01 – resumen de ensayos con Aceite Sulfonado.....	56
Anexo 53. Cantera C-01 – resumen de ensayos con Megasoil	57
Anexo 54. Cantera C-01 – resumen de ensayos con PolyCom	58
Anexo 55. Ficha técnica del aditivo Proes	59
Anexo 56. Ficha técnica del aditivo Megasoil	60
Anexo 57. Ficha tecnica del aditivo Polycom.....	62
Anexo 58. Certificado de calibración de Prensa CBR con celda de Carga	64
Anexo 59. Certificado de Calibracion del Esclerometro	67

ANEXO


Anexo 1. Matriz de Consistencia

"Evaluación de estabilizantes para el Mejoramiento de afirmado del Camino Vecinal Tramo: MP.PE-28b, Distrito De San Salvador, Provincia De Calca, Región Cusco-2021"						
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables Dimensiones E Indicadores			Escala De Medición
General	General	General	Variables	Dimensiones	Indicadores	
<p>Los caminos se encuentran en bajas condiciones, las cuales no poseen propiedades físico mecánicas de buena calidad, generándose poca servicialidad por fallas mencionadas en este tipo de vía.</p> <p>¿Como podríamos mejorar la calidad del afirmado?</p>	<p>Proponer las propiedades físicas y mecánicas de la capa de afirmado mediante el añadimiento de aditivos.</p>	<p>Es posible que a partir del uso de los aditivos podría mejorar las propiedades físicas y mecánicas de nuestra capa de afirmado, cumpliéndose así el tiempo de servicio destinado para este tipo de obra.</p>	<p>Variables independientes:</p> <p>Tipo de Suelo</p> <p>Aditivo Estabilizador</p>	<p>*Clasificación de Suelos.</p> <p>*Características del cemento como estabilizador.</p> <p>*Características del Estabilizante</p>	<p>*Análisis Granulométrico.</p> <p>*Límites de consistencia.</p> <p>*Prueba de Abrasión.</p> <p>*Especificaciones técnicas del cemento.</p> <p>*Especificaciones técnicas del Estabilizante</p>	<p>Nominal</p> <p>Razón</p> <p>Razón</p>
Específicos	Específicos	Específicos				
<p>EP1. La baja capacidad de soporte del menoscaba el nivel de servicio de la capa de rodadura, acortando el tiempo de servicio del afirmado.</p>	<p>Mejorar capacidad de soporte de nuestro afirmado con el uso de cemento y estabilizante</p>	<p>El uso de cemento y estabilizante, capacidad de soporte del afirmado.</p>	<p>Variable dependiente</p> <p>Capacidad de soporte</p>	<p>*Ensayo de CBR</p>	<p>*CBR 100%</p> <p>*Densidad Máxima Seca</p> <p>*Contenido Optimo de Humedad</p>	<p>Razón</p>
<p>EP2. La presencia de fuertes precipitaciones pluviales y nieve, generan considerable daño en la superficie de rodadura.</p>	<p>Dotar a nuestro afirmado con propiedades hidrófobas a fin de disminuir el daño en nuestra superficie de rodadura.</p>	<p>El uso del cemento y estabilizante podría darle propiedades hidrófobas, disminuyendo el daño en la superficie de rodadura.</p>				

Anexo 2. Matriz de Operacionalización


“Evaluación de estabilizantes para el Mejoramiento de afirmado del Camino Vecinal Tramo: MP.PE-28b, Distrito De San Salvador, Provincia De Calca, Región Cusco-2021”					
Variab les	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de Medición
Tipo de Suelo	Existen varios tipos de suelo, radican de procesos distintos de formación, la sedimentación, la deposición eólica, la meteorización y los residuos orgánicos, estos pueden ser cantos, grava, arena, limosos y arcillosos	El tipo de Suelo a trabajar es un factor que influirá directamente en los procesos de estabilización a llevar a cabo ya que cada tipo de suelo posee diferentes propiedades que hacen que sea distinto los métodos de trabajo de este caso.	Clasificación de suelos	*Análisis Granulométrico. *Límites de consistencia. *Especificaciones técnicas del cemento. *Especificaciones técnicas del Estabilizante	Nominal
Aditivo Estabilizador	Productos que nos permiten mejorar las propiedades físico - mecánicas de los suelos naturales como los de relleno, intensifica las resistencias, y como consecuencia aumenta la durabilidad de las estabilizaciones.	Los aditivos estabilizadores se aplican en suelos que poseen baja calidad respecto a sus propiedades físico - mecánicas, tenemos como norma vigente " El manual de Carreteras del MTC" que nos brindara los parámetros necesarios para cumplir con los estándares de calidad requeridos en las obras que sea necesario el uso de estos aditivos, como también los EMS realizados en laboratorio.	Características del cemento como estabilizador. Características de los Estabilizantes (Megasoil, Polycom y Aceite sulfonado)	Especificaciones técnicas del cemento. Especificaciones técnicas del terrasil.	Razón
Capacidad de Soporte	Es la capacidad que tiene un tipo de suelo para sostener una carga determinada, y se mide a partir del ensayo de CBR.	La capacidad de soporte de nuestro afirmado radicara acorde al tipo de suelo, y las cantidades de aditivos estabilizadores que vayamos a usar.	Ensayo de CBR	CBR 100% Densidad Máxima Seca. Contenido Optimo de Humedad.	Razón

Anexo 3. MUESTRA M-01, Analisis Granulométrico por Tamizado y Limites



GEOMIN HIDRO AZ

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Materiales y Pavimentos



Análisis Granulométrico por Tamizado y Límites de Consistencia de Atterberg

Proyecto : MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACIÓN DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: EMP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO"

Ubicación : SAN SALVADOR

Solicitante : RENZO GUTIERREZ ORCCOTOMA Y JAVIER EDUARDO CRUZ BEJAR

Fecha : Junio 2021

Muestra : M-01 Km. : 00+000 - 05+00 Lado : Via

Granulometría - MTC E 107		
Datos del Ensayo		
Peso Total	=	2156.0
Peso de fracción	=	312.0
Peso de muestra lavada	=	2156.0

Contenido de Humedad Natural		
Datos del Ensayo		
Peso de la Muestra húmeda	=	94.2
Peso de la Muestra seca	=	83.9
% de Humedad	=	12.3

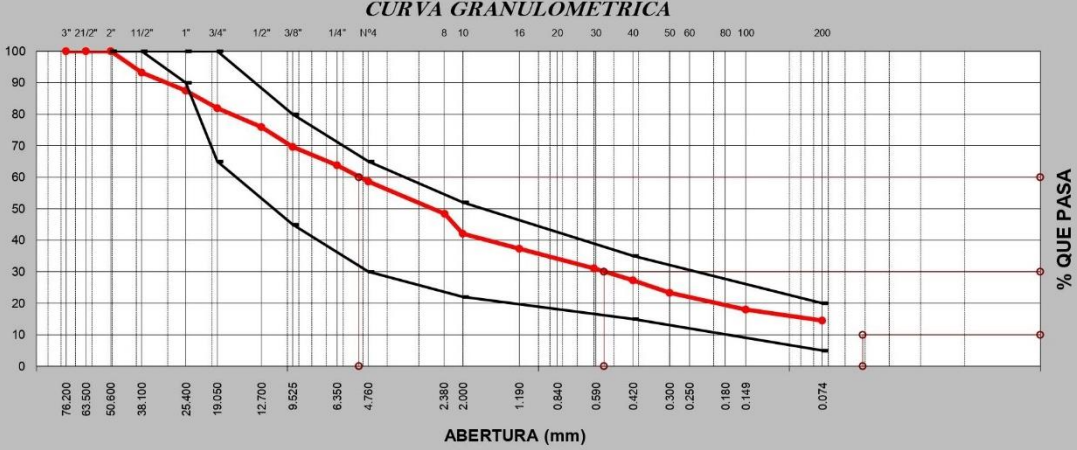
Límite Líquido - MTC E 110			
Ensayo	1	2	3
Nº de Golpes	30	23	20
Recipiente Nº	2	9-A	20
Recip. + Suelo Hum.	30.11	28.05	30.19
Recip. + Suelo Seco	26.45	24.90	26.45
Peso Recip.	9.36	11.42	11.46
Peso Agua	3.66	3.15	3.74
Peso S. Seco	17.09	13.48	14.99
% de Humedad	21.42	23.37	24.95

Límite Plástico - MTC E 111			
Ensayo	A	B	L.P.(%)
Recipiente Nº	36-A	7	19.60
Recip. + Suelo Hum.	14.24	17.35	
Recip. + Suelo Seco	13.42	16.40	
Peso Recip.	9.29	11.49	
Peso Agua	0.82	0.95	
Peso S. Seco	4.13	4.91	
% de Humedad	19.85	19.35	

Malla	Peso	% Ret	% Ret	% que	Especificaciones	
Tamiz mm.	(gr)	Parcial	Acum.	Pasa		
3"	76.200	0.0	0.0	100.0		
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	100.0		
2"	50.600	0.0	0.0	100.0		100
1 1/2"	38.100	147.5	6.8	93.2		100
1"	25.400	123.4	5.7	12.5	90	- 100
3/4"	19.050	121.3	5.6	18.1	65	- 100
1/2"	12.700	130.4	6.0	24.1	75.9	
3/8"	9.525	134.8	6.3	30.4	69.6	45 - 80
1/4"	6.350	125.4	5.8	36.2	63.8	
No4	4.760	111.6	5.2	41.4	58.6	30 - 65
8	2.360	54.2	10.2	51.6	48.4	
10	2.000	33.4	6.3	57.9	42.1	22 - 52
16	1.190	25.5	4.8	62.7	37.3	
30	0.600	33.2	6.2	68.9	31.1	
40	0.420	20.4	3.8	72.7	27.3	15 - 35
50	0.300	21.2	4.0	76.7	23.3	
100	0.149	28.0	5.3	82.0	18.0	
200	0.074	18.8	3.5	85.5	14.5	5 - 20
< 200		0.0	0.0	85.5		


Clasificación SUCS	=	SM	L. L.	=	23.11	C _u	=	101.66	D 10	=	0.05	D 30	=	0.55	D 60	=	5.2
Clasificación AASHTO	=	A-1-b (0)	I. P.	=	3.51	C _c	=	1.13									

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones : Las Canteras fuè muestreado por el solicitante

GEOMIN HIDRO AZ



Ina. Félix P. Vera Guevara
CIP 53070

Anexo 4. MUESTRA M-01, Ensayo de Proctor



GEOMIN HIDRO AZ



Laboratorio de Mecánica de Suelos, Materiales y Pavimentos

Ensayo de Proctor Modificado, Norma MTC E 115 - 2000

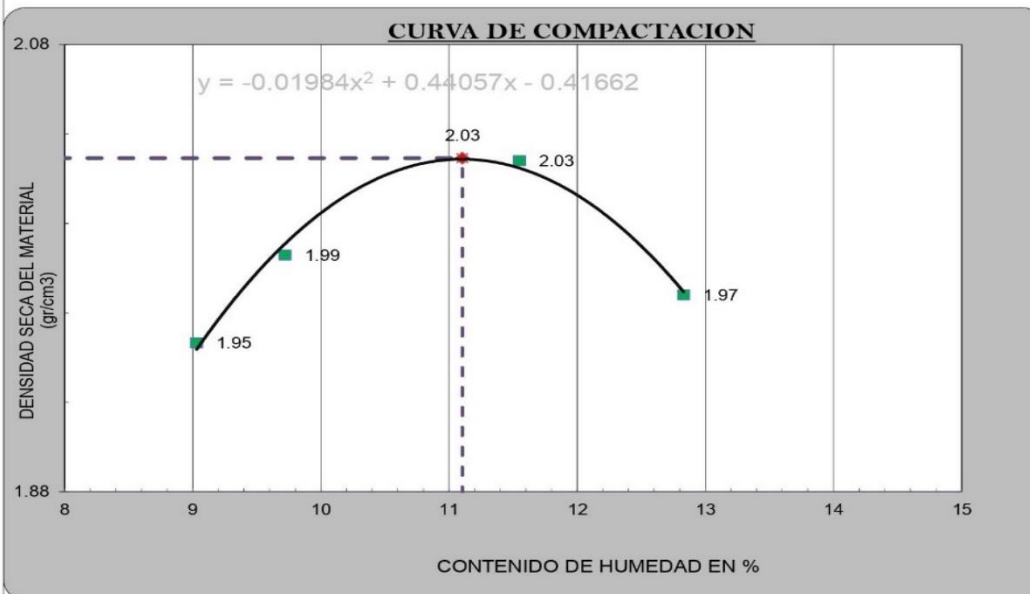
Proyecto : MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACIÓN DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: EMP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR - PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO"
Ubicacion : SAN SALVADOR
Solicitante : RENZO GUTIÉRREZ ORCCOTOMA Y JAVIER EDUARDO CRUZ BEJAR
Fecha : Junio 2021
Muestra : M-01 **Km.** : 00+000 - 05+00 **Lado** : Via

Nro. de Golpes por capa	56	Nro. de Capas	: 5	Peso martillo (lbs)	: 24.5
Diámetro del molde	14.92	Alt .Mold. (cm)	: 11.65	Volumen (cm3)	: 2036.84

Detalles del ensayo:

MOLDE Nº	Unidad	1	2	3	4
PESO DEL SUELO HUMEDOC	gr.	7185	7300	7470	7385
PESO DEL MOLDE	gr.	2862	2862	2862	2862
PESO DEL SUELO HUMEDOC	gr.	4323	4438	4608	4523
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	2037	2037	2037	2037
DENSIDAD DEL SUELO HU	gr/cm3	2.12	2.18	2.26	2.22

CAPSULA		A	B	C	D	E	F	G	H
PESO DE LA CAPSULA	gr.	24.90	25.22	25.6	26.18	24.92	24.85	24.44	24.79
CAPSULA + SUELO HUM	gr.	151.96	158.20	149.96	157.88	143.35	145.19	182.81	182.91
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	140.98	147.67	137.98	147.25	130.85	132.98	164.85	164.87
PESO DEL AGUA	gr.	10.98	10.53	11.98	10.63	12.50	12.21	17.96	18.04
PESO DEL SUELO SECO	gr.	116.08	122.45	112.38	121.07	105.93	108.13	140.41	140.08
% DE HUMEDAD	%	9.46	8.60	10.66	8.78	11.80	11.29	12.79	12.88
HUMEDAD PROMEDIO	%	9.03		9.72		11.55		12.83	
DENSIDAD DEL SUELO S	gr/cm3	1.95		1.99		2.03		1.97	



HUMEDAD OPTIMA = 11.10 %
DENSIDAD MAXIMA = 2.03 gr/cm³

Observaciones : Las Canteras fue muestreado por el solicitante

GEOMIN HIDRO AZ

 Inga. Félix P. Vera Guevara
 CIP 53070

Anexo 5. MUESTRA M-01, Ensayo valor de Soporte de suelos (CBR)



GEOMIN HIDRO AZ



Laboratorio de Mecánica de Suelos, Materiales y Pavimentos

Ensayo Valor de Soporte de Suelos - CBR, Norma MTC E 132 - 2000

Proyecto MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACION DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: EMP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO"
Ubicacion SAN SALVADOR
Solicitante RENZO GUTIÉRREZ ORCCOTOMA Y JAVIER EDUARDO CRUZ BEJAR
Fecha : Junio 2021
Muestra : M-01 **Km. :** 00+000 - 05+00 **Lado :** Via

DATOS DEL MOLDE (cm.)		Molde N° 01	Molde N° 02	Molde N° 03	Datos Generales	
Altura	cm	17.90	17.80	17.85	Dens. Max Seca.:	2.02
Diámetro	cm	15.19	15.25	15.23	Humedad Optima:	11.57
Volumen	cm ³	2129.3	2127.9	2131.5	Humedad Natural (%):	12.27
DATOS DE COMPACTACION		56 Golpes	25 Golpes	12 Golpes	Peso del martillo:	10 lbs
Peso del Molde y Muestra Compacta	gr.	9821	9355	9215	Altura del martillo:	18 pulg
Peso del Molde	gr.	5023	4859	4902	Peso del disco esp.:	9 lbs
Peso de la Muestra Compacta	gr.	4798	4496	4313	Altura del disco esp.:	2.4 pulg
Densidad Humeda	gr/cm ³	2.25	2.11	2.02	Número de Capas:	5 capas
Densidad Seca	gr/cm ³	2.02	1.90	1.82	Número de golpes:	56

Peso del Tarro	gr.	25.09	24.95	24.69	25.10	24.87	24.88
Peso del Tarro + Suelo Humedo	gr.	166.82	163.98	154.45	160.74	154.82	159.17
Peso del Tarro + Suelo Seco	gr.	152.45	149.25	141.00	147.62	141.57	146.20
Peso del Agua	gr.	14.37	14.73	13.45	13.12	13.25	12.97
Peso del Suelo Seco	gr.	127.36	124.30	116.31	122.52	116.70	121.32
Contenido de Humedad	%	11.28	11.85	11.56	10.71	11.35	10.69
Contenido de Humedad Promedio	%	11.57		11.14		11.02	
Peso M+M C. despues de Inmersión	gr.	9968		9740		9720	
Peso del Molde y Muestra Compacta	gr.	9821		9355		9215	
Porcentaje de Absorción	%	3.06		8.56		11.71	

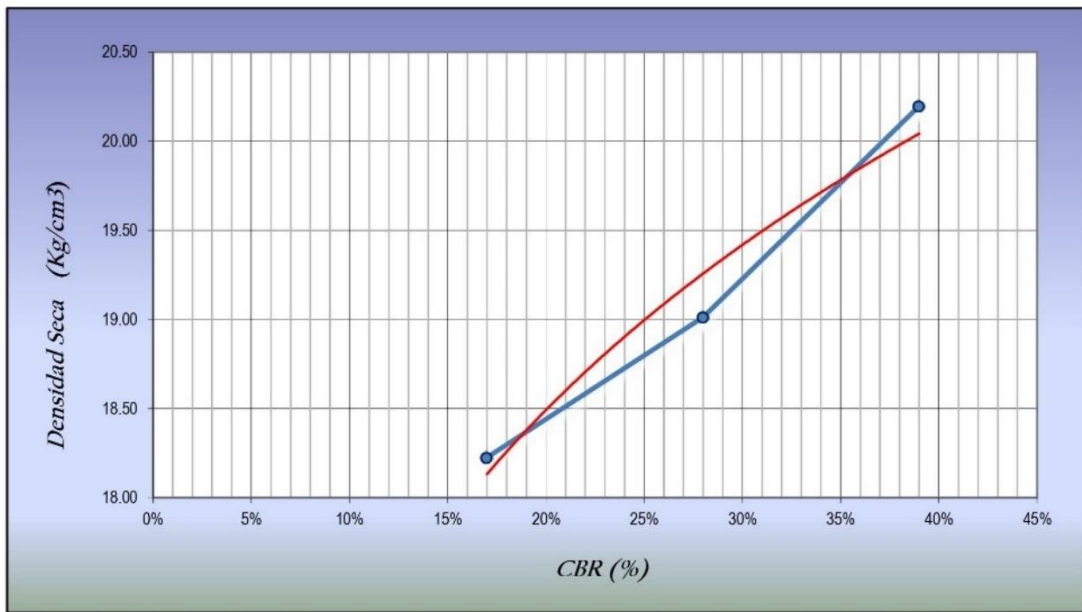
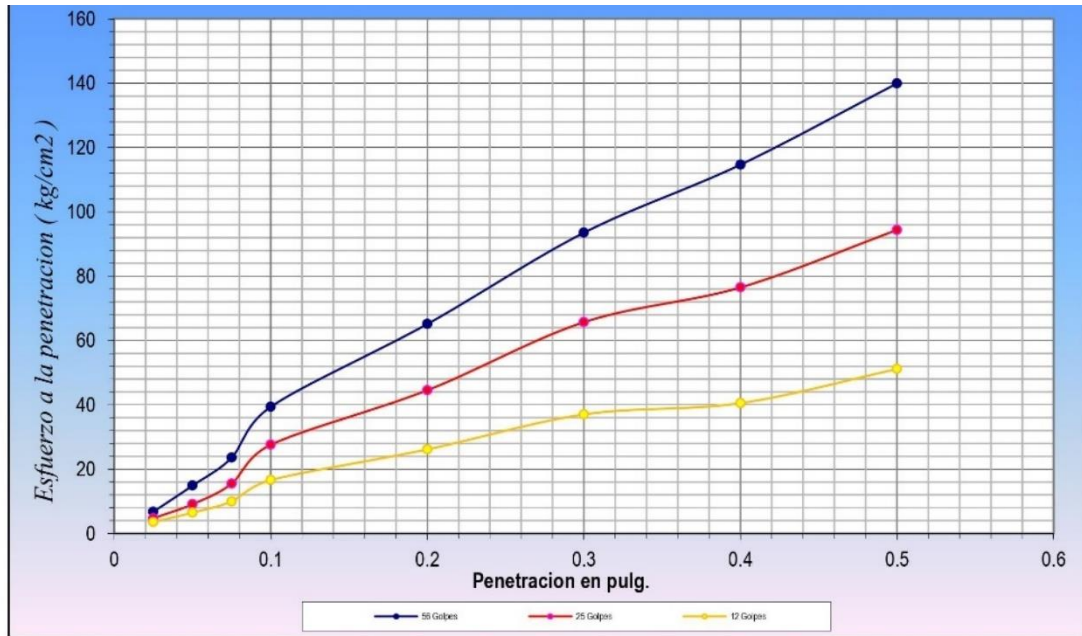
CTE. DIAL EXPANSION			Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03		
FECHA	HORA	Tiempo	Dial mm	Pulg.	% Exp.	Dial mm	Pulg.	% Exp.	Dial mm	Pulg.	% Exp.
27/06/2021	18.00	00 horas	0.00	0.000	0.00%	0.00	0.000	0.00%	0.00	0.000	0.00%
28/06/2021	18.00	24 horas	0.02	0.000	0.00%	0.00	0.000	0.00%	0.01	0.000	0.01%
29/06/2021	18.00	48 horas	0.02	0.000	0.00%	0.00	0.000	0.00%	0.01	0.000	0.01%
30/06/2021	18.00	72 horas	0.04	0.000	0.00%	0.00	0.000	0.00%	0.01	0.000	0.01%
01/07/2021	18.00	96 horas	0.04	0.000	0.00%	0.00	0.000	0.00%	0.01	0.000	0.01%

Constante del Anillo		Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03			
Area Pistón		56 Golpes			25 Golpes			12 Golpes			
Tiempo	PENETRACION		Dial	Carga Kg-f	Esfuer. Kg/cm ²	Dial	Carga Kg-f	Esfuer. Kg/cm ²	Dial	Carga Kg-f	Esfuer. Kg/cm ²
	(mm)	(pulg)									
0.5 min	0.64	0.025	22	130	7	15	91	5	11	68	4
1.0 min	1.27	0.050	50	287	15	30	175	9	21	125	6
1.5 min	1.91	0.075	80	454	24	52	298	15	33	192	10
2.0 min	2.54	0.100	135	760	39	94	532	28	56	320	17
4.0 min	5.08	0.200	225	1257	65	153	859	45	89	504	26
6.0 min	7.62	0.300	325	1805	94	227	1268	66	126	714	37
8.0 min	10.16	0.400	400	2213	115	265	1476	76	139	782	41
10.0 min	12.70	0.500	490	2701	140	328	1821	94	176	987	51

GEOMIN HIDRO AZ

Inga. Félix P. Vera Guevara
 D.N. 53070

Anexo 6. MUESTRA M-01, Resultados del Ensayo CBR de suelos



Maxima Densidad Seca	=	2.02	gr/cm ³
Humedad Optima	=	11.57	%

CBR al 95% de M.D.S.	=	28.6%
CBR al 100% de M.D.S.	=	39.0%

Nº GOLFES	(%) Expansion	(%) Absorción
56 Golpes	0.00%	3.06
25 Golpes	0.00%	8.56
12 Golpes	0.01%	11.71

Verificación de Resultados, RELACION:	
CBR (0.1") / CBR (0.2")	= 0.91
Observaciones:	Las Canteras fué muestreado por el solicitante

GECMIN HIDRO AZ

[Signature]
Ina. Felix P. Vera Guevara
217 53070

Anexo 7. MUESTRA M-01, Resistencia a la Abrasión - Ensayo de los Angeles



GEOMIN HIDRO AZ



Laboratorio de Mecánica de Suelos, Materiales y Pavimentos

Resistencia a la Abrasion - Ensayo de los Angeles, Norma MTC - E 207-2000

Proyecto MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACIÓN DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: EMP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR - PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO"

Ubicacion SAN SALVADOR

Solicitante RENZO GUTIÉRREZ ORCCOTOMA Y JAVIER EDUARDO CRUZ BEJAR

Fecha : Junio 2021

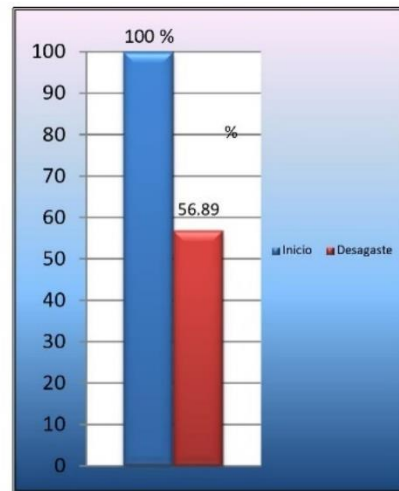
Muestra : M-01 **Km. :** 00+000 - 05+00 **Lado :** Via

TAMAÑO MAXIMO	GRADUACION	N° Revoluciones
1"	A	500

N° Billas	Peso Inicial	Peso Final
12	5001	2845

Desgaste
43.11%


OBSERVACIONES
Las Canteras fuè muestreado por el solicitante



GEOMIN HIDRO AZ

Felix P. Vera Guevara
 Ina. Felix P. Vera Guevara
 CIP 53070

Anexo 8. CANTERA C-01-A, Analisis Granulométrico por Tamizado y Limites de Consistencia



GECMIN HIDRO AZ

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Materiales y Pavimentos

Análisis Granulométrico por Tamizado y Límites de Consistencia de Atterberg

Proyecto : "MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACIÓN DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: EMP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO"

Ubicación : SAN SALVADOR

Solicitante : RENZO GUTIÉRREZ ORCCOTOMA Y JAVIER EDUARDO CRUZ BEJAR

Fecha : Junio 2021

Muestra : Cantera :C-01 - A **Km.** : 00+500 **Lado** : Derecho

Granulometría - MTC E 107

Datos del Ensayo		
Peso Total	=	3210.0
Peso de fracción	=	332.0
Peso de muestra lavada	=	3210.0

Contenido de Humedad Natural

Datos del Ensayo		
Peso de la Muestra húmeda	=	126.1
Peso de la Muestra seca	=	113.4
% de Humedad	=	11.2

Límite Líquido - MTC E 110

Ensayo	1	2	3
Nº de Golpes	30	26	18
Recipiente Nº	22	1	57
Recip. + Suelo Hum.	45.66	43.87	45.13
Recip. + Suelo Seco	41.25	39.55	40.23
Peso Recip.	24.87	24.32	24.17
Peso Agua	4.41	4.32	4.90
Peso S. Seco	16.38	15.23	16.06
% de Humedad	26.92	28.37	30.51

Malla Tamiz	Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% que Pasa	especificaciones
3"	76.200	0.0	0.0	100.0	
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	100.0	
2"	50.600	0.0	0.0	100.0	100
1 1/2"	38.100	428.8	13.4	86.6	100
1"	25.400	377.5	11.8	25.2	90 - 100
3/4"	19.050	288.7	9.0	34.2	65 - 100
1/2"	12.700	249.2	7.8	42.0	58.0
3/8"	9.525	125.4	3.9	45.9	45 - 80
1/4"	6.350	218.7	6.8	52.7	47.3
No4	4.760	67.5	2.1	54.8	30 - 65
8	2.360	60.6	8.3	63.1	36.9
10	2.000	10.8	1.5	64.6	35.4
16	1.190	34.7	4.7	69.3	30.7
30	0.600	35.4	4.8	74.1	25.9
40	0.420	22.4	3.0	77.1	22.9
50	0.300	12.8	1.7	78.8	21.2
100	0.149	24.2	3.3	82.1	17.9
200	0.074	10.0	1.4	83.5	16.5
< 200		0.0	0.0	83.5	

Límite Plástico - MTC E 111

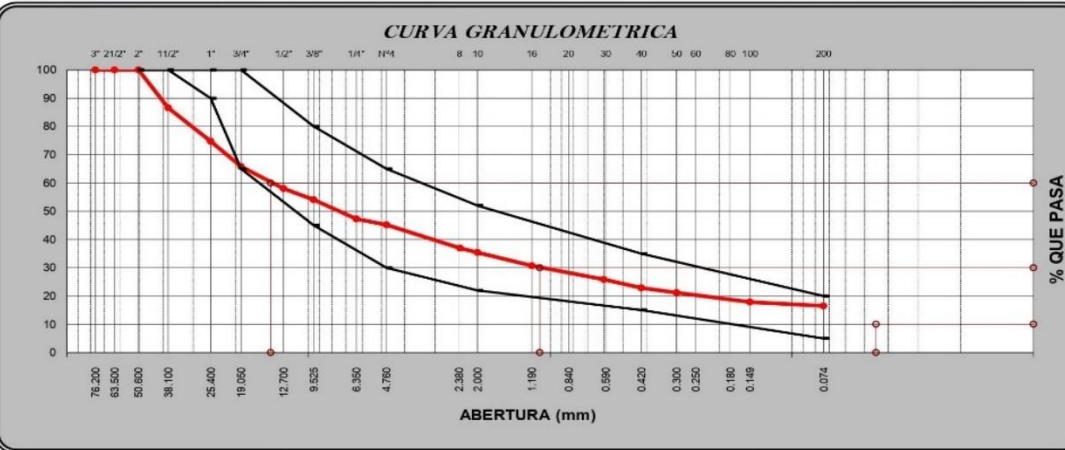
Ensayo	A	B	L.P.(%)
Recipiente Nº	16-A	31	
Recip. + Suelo Hum.	19.02	17.10	
Recip. + Suelo Seco	17.65	15.71	
Peso Recip.	11.45	9.54	22.31
Peso Agua	1.37	1.39	
Peso S. Seco	6.20	6.17	
% de Humedad	22.10	22.53	

Clasificación SUCS = GM **L. L.** = 28.46

Clasificación AASHTO = A-2-4 (0) **L. P.** = 6.15

C_u	319.48	D 10	D 30	D 60
C_c	1.90	0.04	1.10	14.3

CURVA GRANULOMETRICA




Observaciones : las canteras fue muestreado por el solicitante

GECMIN HIDRO AZ

Inga. Félix P. Vera Guevara
DNI 53070

Anexo 9. CANTERA C-01-A, Ensayo de Proctor



GEOMIN HIDRO AZ

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Materiales y Pavimentos

Ensayo de Proctor Modificado, Norma MTC E 115 - 2016

Proyecto : "MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACIÓN DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: EMP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO"

Ubicacion : SAN SALVADOR

Solicitante : RENZO GUTIÉRREZ ORCCOTOMA Y JAVIER EDUARDO CRUZ BEJAR

Fecha : Junio 2021

Muestra : Cantera :C-01 - A **Km. :** 00+500 **Lado :** Derecho

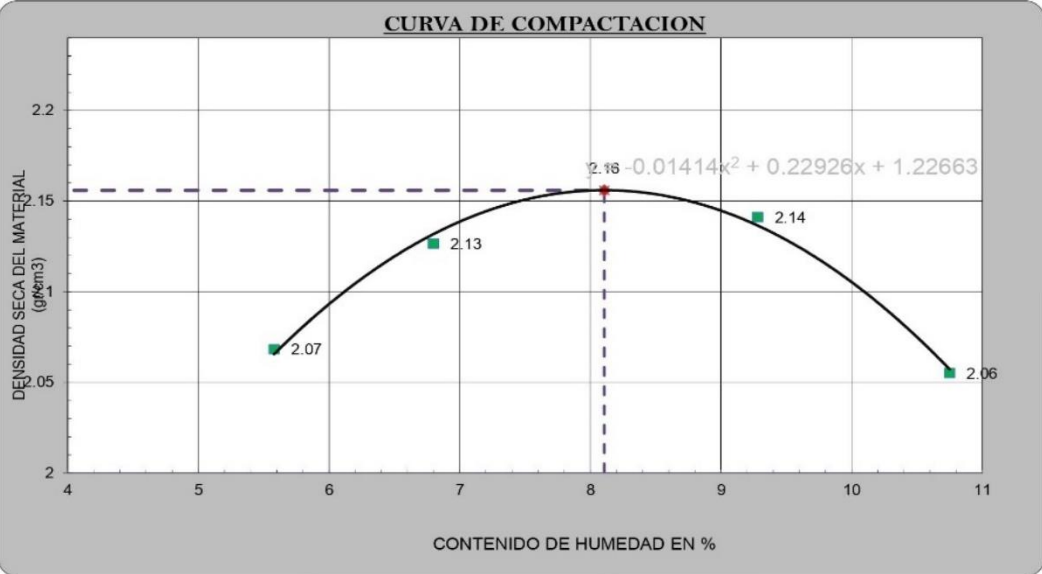
Nro. de Golpes por capa : 56	Nro. de Capas : 5	Peso martillo (lbs) : 24.5
Diámetro del molde : 14.92	Alt .Mold. (cm) : 11.65	Volumen (cm3) : 2036.84

Detalles del ensayo:

MOLDE N°	Unidad	1	2	3	4
PESO DEL SUELO HUMEDO + MOLDE	gr.	7310	7488	7628	7498
PESO DEL MOLDE	gr.	2862	2862	2862	2862
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	4448	4626	4766	4636
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	2037	2037	2037	2037
DENSIDAD DEL SUELO HUMEDO	gr/cm3	2.18	2.27	2.34	2.28


CAPSULA	Unidad	A	B	C	D	E	F	G	H
PESO DE LA CAPSULA	gr.	24.90	25.22	25.6	26.18	24.61	25.15	24.44	24.79
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	152.36	158.20	149.96	157.88	145.99	146.89	183.81	183.91
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	145.35	151.47	141.98	149.56	136.27	135.97	168.54	168.27
PESO DEL AGUA	gr.	7.01	6.73	7.98	8.32	9.72	10.92	15.27	15.64
PESO DEL SUELO SECO	gr.	120.45	126.25	116.38	123.38	111.66	110.82	144.1	143.48
% DE HUMEDAD	%	5.82	5.33	6.86	6.74	8.70	9.85	10.60	10.90
HUMEDAD PROMEDIO	%	5.58		6.80		9.28		10.75	
DENSIDAD DEL SUELO SECO	gr/cm3	2.07		2.13		2.14		2.06	

CURVA DE COMPACTACION




HUMEDAD OPTIMA	=	8.1	%
DENSIDAD MAXIMA	=	2.16	gr/cm ³

Observaciones : las canteras fue muestreado por el solicitante

GEOMIN HIDRO AZ

 Ina. Félix P. Vera Guevara
 CIP 53070

Anexo 10. CANTERA C-01-A, Ensayo de valor de Soporte de Suelos -CBR

	<p>GEOMIN HIDRO AZ</p> <p>Laboratorio de Mecánica de Suelos, Materiales y Pavimentos</p>
<p>Ensayo Valor de Soporte de Suelos - CBR, Norma MTC E 132 - 2016</p>	
Proyecto	: "MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACION DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: EMP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO"
Ubicacion	: SAN SALVADOR
Solicitante	: RENZO GUTIÉRREZ ORCCOTOMA Y JAVIER EDUARDO CRUZ BEJAR
Fecha	: Junio 2021
Muestra	: Cantera :C-01 - A Km. : 00+500 Lado : Derecho

DATOS DEL MOLDE (cm.)		Molde N° 01	Molde N° 02	Molde N° 03	Datos Generales	
Altura	cm	17.90	17.80	17.85	Dens. Max Seca.:	2.16
Diámetro	cm	15.19	15.25	15.23	Humedad Optima:	8.10
Volumen	cm ³	2129.3	2127.9	2131.5	Humedad Natural (%):	11.20

DATOS DE COMPACTACION		56 Golpes	25 Golpes	12 Golpes		
Peso del Molde y Muestra Compacta	gr.	9985	9578	9385	Peso del martillo:	10 lbs
Peso del Molde	gr.	5023	4859	4902	Altura del martillo:	18 pulg
Peso de la Muestra Compacta	gr.	4962	4719	4483	Peso del disco esp.:	9 lbs
Densidad Humeda	gr/cm ³	2.33	2.22	2.10	Altura del disco esp.:	2.4 pulg
Densidad Seca	gr/cm ³	2.16	2.06	1.96	Número de Capas:	5 capas
					Número de golpes:	56


Peso del Tarro	gr.	25.09	24.95	24.69	25.10	24.87	24.88
Peso del Tarro + Suelo Humedo	gr.	167.79	164.87	154.45	160.74	154.82	159.17
Peso del Tarro + Suelo Seco	gr.	157.25	154.24	145.02	151.44	146.21	150.21
Peso del Agua	gr.	10.54	10.63	9.43	9.30	8.61	8.96
Peso del Suelo Seco	gr.	132.16	129.29	120.33	126.34	121.34	125.33
Contenido de Humedad	%	7.98	8.22	7.84	7.36	7.10	7.15
Contenido de Humedad Promedio	%	8.10		7.60		7.12	

Peso M+M C. despues de Inmersión	gr.	10045	9756	9584
Peso del Molde y Muestra Compacta	gr.	9985	9578	9385
Porcentaje de Absorción	%	1.21	3.77	4.44

CTE. DIAL EXPANSION			I			Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03		
FECHA	HORA	Tiempo	Dial mm	Pulg.	% Exp.	Dial mm	Pulg.	% Exp.	Dial mm	Pulg.	% Exp.	Dial mm	Pulg.	% Exp.
24/06/2021	16.30	00 horas	0.00	0.000	0.00%	0.00	0.000	0.00%	0.00	0.000	0.00%	0.00	0.000	0.00%
25/06/2021	16.30	24 horas	0.02	0.001	0.01%	0.03	0.001	0.02%	0.04	0.002	0.02%	0.04	0.002	0.02%
26/06/2021	16.30	48 horas	0.02	0.001	0.01%	0.03	0.001	0.02%	0.04	0.002	0.02%	0.04	0.002	0.02%
27/06/2021	16.30	72 horas	0.04	0.002	0.02%	0.06	0.002	0.03%	0.09	0.004	0.05%	0.09	0.004	0.05%
28/06/2021	16.30	96 horas	0.05	0.002	0.03%	0.07	0.003	0.04%	0.14	0.006	0.08%	0.14	0.006	0.08%

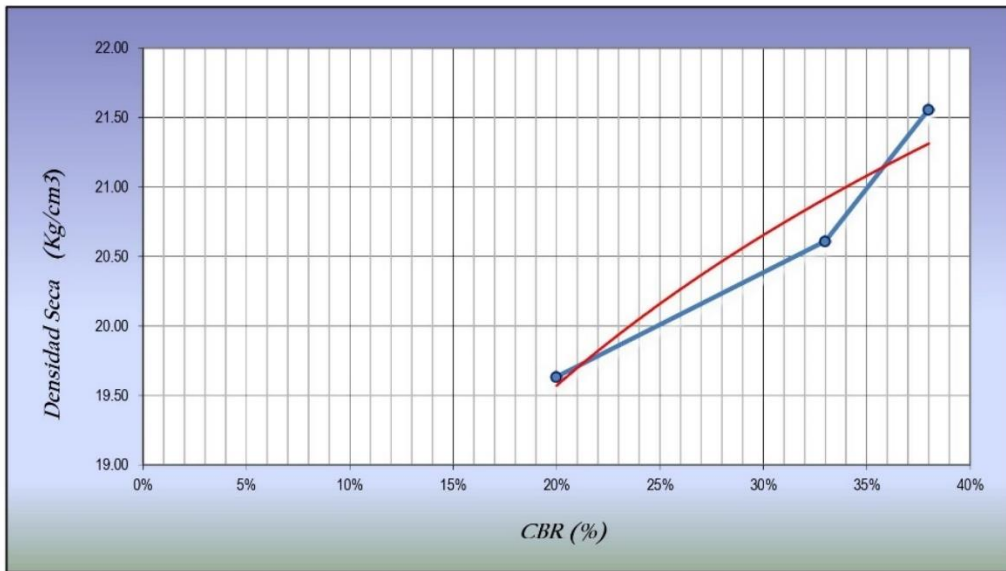
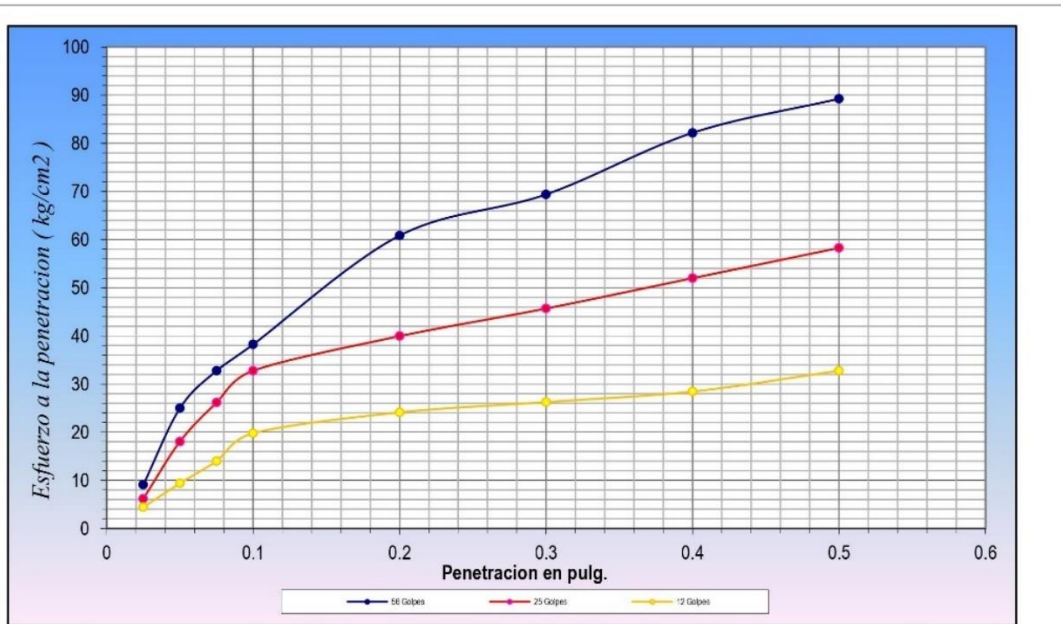
Constante del Anillo		Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03			
Area Pistón	19.3 cm ²	56 Golpes			25 Golpes			12 Golpes			
Tiempo	PENETRACION		Dial	Carga	Esfuer.	Dial	Carga	Esfuer.	Dial	Carga	Esfuer.
	(mm)	(pulg)		Kg-f	Kg/cm ²		Kg-f	Kg/cm ²		Kg-f	Kg/cm ²
0.5 min	0.64	0.025	30	175	9	20	119	6	14	85	4
1.0 min	1.27	0.050	85	482	25	61	348	18	31	181	9
1.5 min	1.91	0.075	112	632	33	89	504	26	47	270	14
2.0 min	2.54	0.100	131	738	38	112	632	33	67	382	20
4.0 min	5.08	0.200	210	1174	61	137	771	40	82	465	24
6.0 min	7.62	0.300	240	1339	69	157	882	46	89	507	26
8.0 min	10.16	0.400	285	1586	82	179	1003	52	97	549	28
10.0 min	12.70	0.500	310	1723	89	201	1125	58	112	632	33

GEOMIN HIDRO AZ



Ina Félix P. Vera-Guevara
DNI 53070

Anexo 11.CANTERA C-01-A, Resultados del Ensayo CBR de Suelos



Maxima Densidad Seca	=	2.16	gr/cm ³
Humedad Optima	=	8.10	%

CBR al 95% de M.D.S.	=	29.4%
CBR al 100% de M.D.S.	=	38.0%


Nº GOLPES	(%) Expansion	(%) Absorcion
56 Golpes	0.03%	1.21
25 Golpes	0.04%	3.77
12 Golpes	0.08%	4.44






Verificacion de Resultados, RELACION:	
CBR (0.1") / CBR (0.2")	= 0.93
Observaciones:	las canteras fue muestreado por el solicitante

GECMIN HIDRO AZ

Ingr. Felix P. Vera Guevara
CIP 53070

Anexo 13. CANTERA C-01-A, Perfil Estratigráfico


	GEOMIN	REALIZADO POR: S. Q. F. REVIZADO POR: L. A. A.
	<i>Laboratorio de Mecánica de Suelos, Materiales y Pavimentos</i>	
PERFIL ESTRATIGRAFICO		
Proyecto	: "MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACIÓN DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: EMP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO"	
Ubicacion	: SAN SALVADOR	
Solicitante	: RENZO GUTIÉRREZ ORCCOTOMA Y JAVIER EDUARDO CRUZ BEJAR	
Fecha	: Junio 2021	
Muestra	: Cantera :C-01 - A	Km. 00+500 Lado Derecho

Profun.	Estrato	Descripcion	Clasificacion	Descripcion SUCS	Imagen fotografica
0.00					
-0.10	1 0 a 0.3 m.	Cobertura vegetal		Material de cobertura, tipo suelo de cultivo y/o agricola.	
-0.20					
-0.30					
-0.40	2 0.30 a 0.70	Grava con presencia de arenisca			
-0.50					
-0.60					
-0.70	3 0.70 a 0.90	lamina de limo arenisca		Grava limosa, mezcla mal gradadas de grava, arena y limo. Intercalaciones de grava y arenisca con clastos redondeados a sub redondeados	
-0.80					
-0.90	4 0.90 a 2.00 m.	Presencia de limo arcilla e incrustaciones de grava irregularmente			
-1.00					
-1.10					
-1.20					
-1.30					
-1.40					
-1.50					
-1.60					
-1.70					
-1.80					
-1.90					
-2.00					

GEOMIN HIDRO AZ

 Ing. Felix P. Vera Guevara
 D17 53070

Anexo 14. CANTERA C-01-B, Analisis Granulométrico por Tamizado y Limites de Consistencia



GEOMIN HIDRO AZ

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Materiales y Pavimentos

Análisis Granulométrico por Tamizado y Límites de Consistencia de Atterberg

Proyecto : "MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACIÓN DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: EMP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO".

Ubicacion : SAN SALVADOR

Solicitante : RENZO GUTIÉRREZ ORCCOTOMA Y JAVIER EDUARDO CRUZ BEJAR

Fecha : Junio 2021

Muestra : Cantera :C-01 - B **Km. :** 00+500 **Lado :** Derecho

Granulometría - MTC E 107

Datos del Ensayo		
Peso Total	=	3210.0
Peso de fracción	=	332.0
Peso de muestra lavada	=	3210.0

Contenido de Humedad Natural

Datos del Ensayo		
Peso de la Muestra húmeda	=	126.1
Peso de la Muestra seca	=	113.4
% de Humedad	=	11.2

Límite Líquido - MTC E 110

Ensayo	1	2	3
Nº de Golpes	31	23	17
Recipiente Nº	12	23	44
Recip. + Suelo Hum.	45.22	43.56	45.13
Recip. + Suelo Seco	41.25	39.55	40.64
Peso Recip.	24.87	24.32	24.17
Peso Agua	3.97	4.01	4.49
Peso S. Seco	16.38	15.23	16.47
% de Humedad	24.24	26.33	27.26

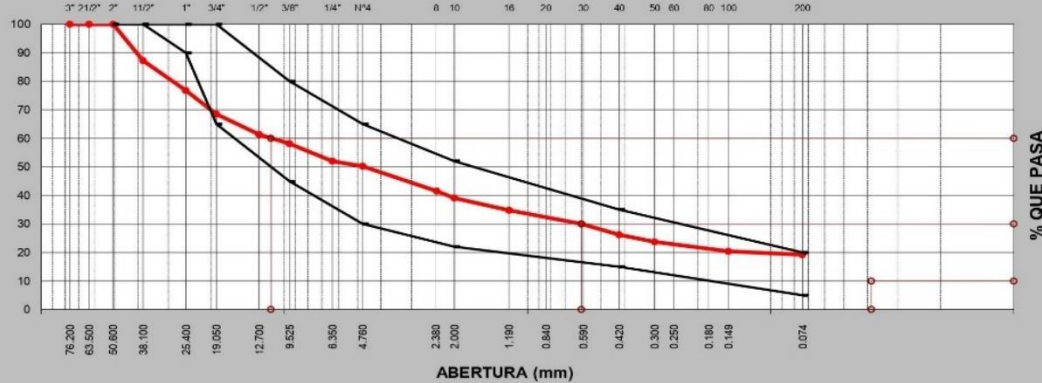
Límite Plástico - MTC E 111

Ensayo	A	B	L.P.(%)
Recipiente Nº	22	31	
Recip. + Suelo Hum.	19.07	17.16	
Recip. + Suelo Seco	17.70	15.91	
Peso Recip.	11.45	9.54	20.77
Peso Agua	1.37	1.25	
Peso S. Seco	6.25	6.37	
% de Humedad	21.92	19.62	

Malla Tamiz	mm.	Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% que Pasa	especificacione
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0	
2"	50.600	0.0	0.0	0.0	100.0	100
1 1/2"	38.100	411.0	12.8	12.8	87.2	100
1"	25.400	332.5	10.4	23.2	76.8	90 - 100
3/4"	19.050	265.5	8.3	31.5	68.5	65 - 100
1/2"	12.700	226.4	7.1	38.6	61.4	
3/8"	9.525	105.3	3.3	41.9	58.1	45 - 80
1/4"	6.350	195.4	6.1	48.0	52.0	
No4	4.760	56.4	1.8	49.8	50.2	30 - 65
8	2.360	57.3	8.7	58.5	41.5	
10	2.000	15.7	2.4	60.9	39.1	22 - 52
16	1.190	28.6	4.3	65.2	34.8	
30	0.600	31.6	4.8	70.0	30.0	
40	0.420	25.0	3.8	73.8	26.2	15 - 35
50	0.300	16.8	2.5	76.3	23.7	
100	0.149	21.6	3.3	79.6	20.4	
200	0.074	8.0	1.2	80.8	19.2	5 - 20
< 200		0.0	0.0	80.8		

Clasificación SUCS = GC-GM	L. L. = 25.66	C_u = 294.57	D 10	D 30	D 60
Clasificación AASHTO = A-1-b (0)	I. P. = 4.88	C_c = 0.82	0.04	0.60	11.4

CURVA GRANULOMETRICA




Observaciones : las canteras fue muestreado por el solicitante

GEOMIN HIDRO AZ

[Firma]

Ina. Félix P. Vera Guevara
CIP 53070

Anexo 15. CANTERA C-01-B, Ensayo de Proctor



GEOMIN HIDRO AZ

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Materiales y Pavimentos

Ensayo de Proctor Modificado, Norma MTCE 115 - 2016

Proyecto : MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMACIÓN Y EVALUACIÓN DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO REGIONAL TRAMO EMF. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO

Ubicación : SAN SALVADOR

Solicitante : RENZO GUTIÉRREZ ORCCOTOMA Y JAVIER EDUARDO CRUZ BEJAR

Fecha : Junio 2021

Muestra : Cantera :C-01 - B Km. : 00+500 Lado : Derecho

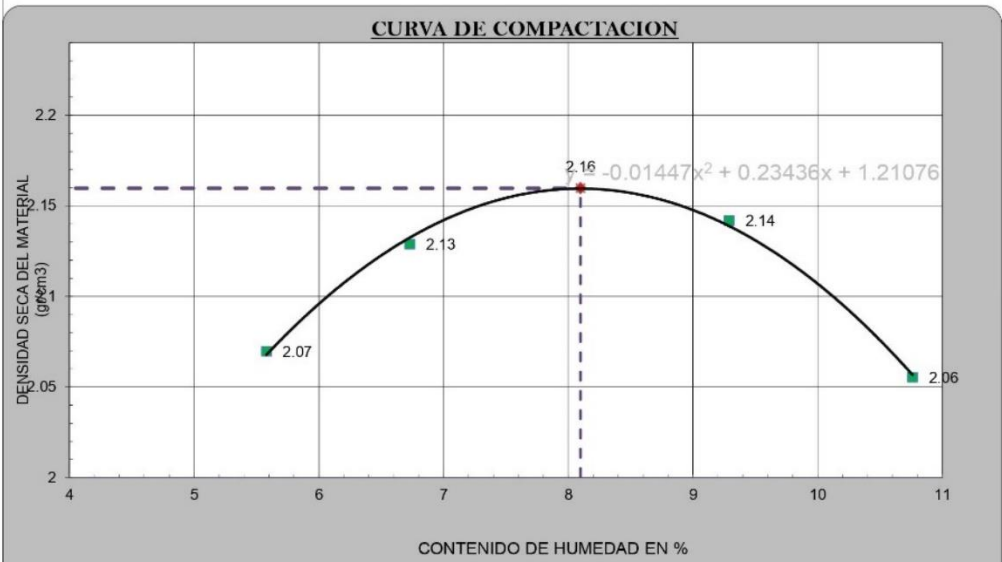
Nro. de Golpes por capa : 56	Nro. de Capas : 5	Peso martillo (lbs) : 24.5
Diámetro del molde : 14.92	Alt. Mold. (cm) : 11.65	Volumen (cm ³) : 2036.84

Detalles del ensayo:

MOLDE Nº	Unidad	1	2	3	4
PESO DEL SUELO HUMEDO + MOLDE	gr.	7313	7490	7630	7499
PESO DEL MOLDE	gr.	2862	2862	2862	2862
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	4451	4628	4768	4637
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	2037	2037	2037	2037
DENSIDAD DEL SUELO HUMEDO	gr/cm ³	2.19	2.27	2.34	2.28

CAPSULA		A	B	C	D	E	F	G	H
PESO DE LA CAPSULA	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	153.62	160.21	150.98	158.99	147.97	148.69	186.41	186.65
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	145.17	152.09	141.31	149.12	136.07	135.37	168.54	168.29
PESO DEL AGUA	gr.	8.45	8.12	9.67	9.87	11.90	13.32	17.87	18.36
PESO DEL SUELO SECO	gr.	145.17	152.09	141.31	149.12	136.07	135.37	168.54	168.29
% DE HUMEDAD	%	5.82	5.34	6.84	6.62	8.75	9.84	10.60	10.91
HUMEDAD PROMEDIO	%	5.58		6.73		9.29		10.76	
DENSIDAD DEL SUELO SECO	gr/cm ³	2.07		2.13		2.14		2.06	


CURVA DE COMPACTACION



HUMEDAD OPTIMA	=	8.1	%
DENSIDAD MAXIMA	=	2.16	gr/cm ³


Observaciones : las canteras fue muestreado por el solicitante

GEOMIN HIDRO AZ



Inga. Felix P. Vera Guevara
CIP 53070

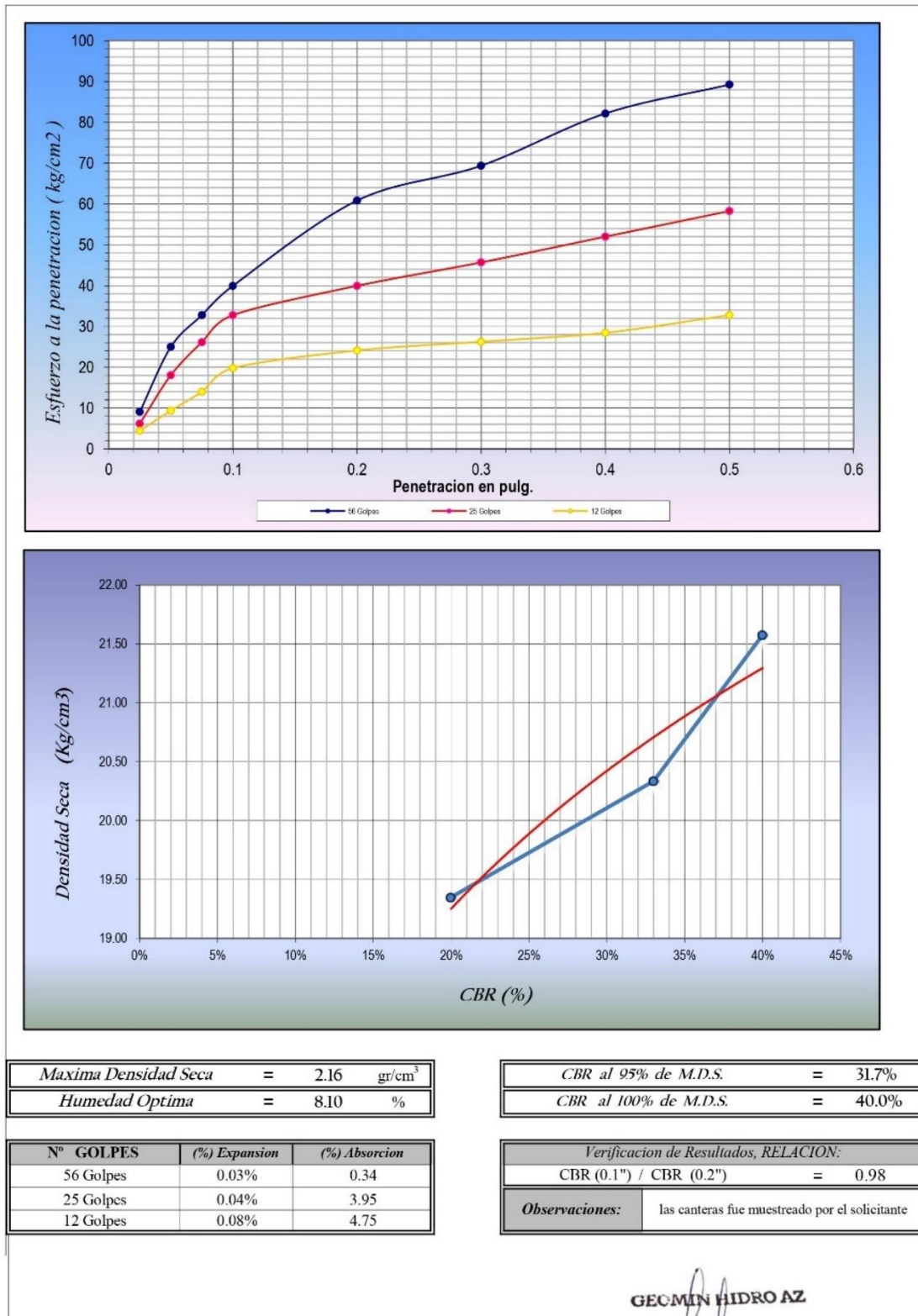
Anexo 16. CANTERA C-01-B, Ensayo Valor de Soporte de Suelos -CBR

		GEOMIN HIDRO AZ												
<i>Laboratorio de Mecánica de Suelos, Materiales y Pavimentos</i>														
Ensayo Valor de Soporte de Suelos - CBR, Norma MTC E 132 - 2016														
Proyecto		: "MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACIÓN DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: EMP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA,												
Ubicacion		: SAN SALVADOR												
Solicitante		: RENZO GUTIÉRREZ ORCCOTOMA Y JAVIER EDUARDO CRUZ BEJAR												
Fecha		: Junio 2021												
Muestra		: Cantera :C-01 - B				Km. : 00+500				Lado : Derecho				
DATOS DEL MOLDE (cm.)		Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03			Datos Generales			
Altura	cm	17.92			17.81			17.85			Dens. Max Seca.:	2.16		
Diámetro	cm	15.18			15.24			15.23			Humedad Optima:	8.10		
Volumen	cm ³	2130.2			2127.0			2131.5			Humedad Natural (%):	11.20		
DATOS DE COMPACTACION		56 Golpes			25 Golpes			12 Golpes			Datos Generales			
Peso del Molde y Muestra Compacta	gr.	10025			9518			9354			Peso del martillo:	10 lbs		
Peso del Molde	gr.	5057			4864			4936			Altura del martillo:	18 pulg		
Peso de la Muestra Compacta	gr.	4968			4654			4418			Peso del disco esp.:	9 lbs		
Densidad Humeda	gr/cm ³	2.33			2.19			2.07			Altura del disco esp.:	2.4 pulg		
Densidad Seca	gr/cm ³	2.16			2.03			1.93			Número de Capas:	5 capas		
Peso del Tarro	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Número de golpes:	56			
Peso del Tarro + Suelo Humedo	gr.	168.58	165.37	156.51	162.45	157.33	161.54							
Peso del Tarro + Suelo Seco	gr.	156.12	152.82	145.13	151.32	146.88	150.78							
Peso del Agua	gr.	12.46	12.55	11.38	11.13	10.45	10.76							
Peso del Suelo Seco	gr.	156.12	152.82	145.13	151.32	146.88	150.78							
Contenido de Humedad	%	7.98	8.21	7.84	7.36	7.11	7.14							
Contenido de Humedad Promedio	%	8.10			7.60			7.13						
Peso M+M C. despues de Inmersión	gr.	10042			9702			9564						
Peso del Molde y Muestra Compacta	gr.	10025			9518			9354						
Porcentaje de Absorción	%	0.34			3.95			4.75						
CTE. DIAL EXPANSION		1			Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03			
FECHA	HORA	Tiempo			Dial mm	Pulg.	% Exp.	Dial mm	Pulg.	% Exp.	Dial mm	Pulg.	% Exp.	
24/06/2021	16.30	00 horas			0.00	0.000	0.00%	0.00	0.000	0.00%	0.00	0.000	0.00%	
25/06/2021	16.30	24 horas			0.02	0.001	0.01%	0.03	0.001	0.02%	0.04	0.002	0.02%	
26/06/2021	16.30	48 horas			0.02	0.001	0.01%	0.03	0.001	0.02%	0.04	0.002	0.02%	
27/06/2021	16.30	72 horas			0.04	0.002	0.02%	0.06	0.002	0.03%	0.09	0.004	0.05%	
28/06/2021	16.30	96 horas			0.05	0.002	0.03%	0.07	0.003	0.04%	0.14	0.006	0.08%	
Constante del Anillo					Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03			
Area Pistón		19.3 cm ²			56 Golpes			25 Golpes			12 Golpes			
Tiempo	PENETRACION		Dial	Carga		Esfuer.	Dial	Carga		Esfuer.	Dial	Carga		Esfuer.
	(mm)	(pulg)		Kg-f	Kg/cm ²			Kg-f	Kg/cm ²			Kg-f	Kg/cm ²	
0.5 min	0.64	0.025	30	175	9	20	119	6	14	85	4			
1.0 min	1.27	0.050	85	482	25	61	348	18	31	181	9			
1.5 min	1.91	0.075	112	632	33	89	504	26	47	270	14			
2.0 min	2.54	0.100	137	771	40	112	632	33	67	382	20			
4.0 min	5.08	0.200	210	1174	61	137	771	40	82	465	24			
6.0 min	7.62	0.300	240	1339	69	157	882	46	89	507	26			
8.0 min	10.16	0.400	285	1586	82	179	1003	52	97	549	28			
10.0 min	12.70	0.500	310	1723	89	201	1125	58	112	632	33			

GEOMIN HIDRO AZ

Inga. Félix P. Vera Cueva
CIP 53076

Anexo 17. CANTERA C-01-B, Resultados del Ensayo CBR de Suelos



Maxima Densidad Seca	=	2.16	gr/cm ³
Humedad Optima	=	8.10	%

CBR al 95% de M.D.S.	=	31.7%
CBR al 100% de M.D.S.	=	40.0%

Nº GOLFES	(%) Expansion	(%) Absorcion
56 Golpes	0.03%	0.34
25 Golpes	0.04%	3.95
12 Golpes	0.08%	4.75

Verificación de Resultados, RELACION:	
CBR (0.1") / CBR (0.2")	= 0.98
Observaciones:	las canteras fue muestreado por el solicitante

GECMIN HIDRO AZ

 Inga. Felix P. Vera Guevara
 CIP 53070

Anexo 18. CANTERA C-01-B, Resistencia a la Abrasión - Ensayo de los Ángeles



GEOMIN HIDRO AZ

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Materiales y Pavimentos

Resistencia a la Abrasion - Ensayo de los Angeles, Norma MTC - E 207-2016

Proyecto : "MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACIÓN DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: EMP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO".

Ubicacion : SAN SALVADOR

Solicitante : RENZO GUTIÉRREZ ORCCOTOMA Y JAVIER EDUARDO CRUZ BEJAR

Fecha : Junio 2021

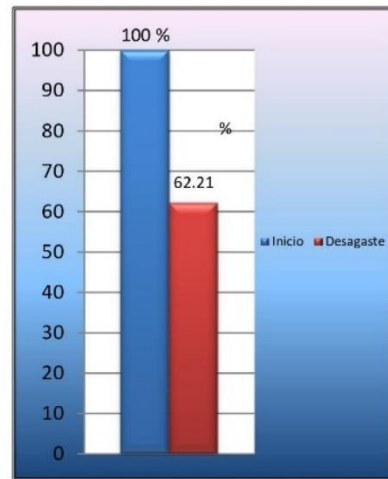
Muestra : Cantera :C-01 - B **Km. :** 00+500 **Lado :** Derecho

TAMAÑO MAXIMO	GRADUACION	N° Revoluciones
1"	A	500

N° Billas	Peso Inicial	Peso Final
12	5004	3113

Desgaste
37.79%


OBSERVACIONES
las canteras fue muestreado por el solicitante









GEOMIN HIDRO AZ

 Inga. Felix P. Vera Guevara
 CIP 53070

Anexo 19. CANTERA C-01-B, Perfil Estratigráfico


	GEOMIN	REALIZADO POR:
	<i>Laboratorio de Mecánica de Suelos, Materiales y Pavimentos</i>	S. Q. F. REVIZADO POR: L. A. A.
PERFIL ESTRATIGRAFICO		
Proyecto	: MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACIÓN DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: EMP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO*.	
Ubicacion	: SAN SALVADOR	
Solicitante	: RENZO GUTIÉRREZ ORCCOTOMA Y JAVIER EDUARDO CRUZ BEJAR	
Fecha	: Junio 2021	
Muestra	: Cantera :C-01 - B	Km. 00+500 Lado Derecho

Profun.	Estrato	Descripcion	Clasificacion	Descripcion	Imagen fotografica
0.00					
-0.10	1	Cobertura vegetal		Material de cobertura, tipo suelo de cultivo y/o agricola.	
-0.20					
-0.30					
-0.40	2	Grava con arenisca de color gris			
-0.50					
-0.60					
-0.70	3	intercalacion de limo arcillosa		Grava arcillosa mezcla mal gradada de gravas arena y arcilla - Grava limosa, mezcla mal gradadas de grava, arena y limo. secuencia de grava y arenisca con clastos sub redondeados a subangulosos	
-0.80					
-0.90	4	grava arcillosa de color amarillento			
-1.00					
-1.10					
-1.20	5	arcilla con presencia de grava con clastos subangulosos			
-1.30					
-1.40					
-1.50					
-1.60					
-1.70					
-1.80					
-1.90					
-2.00					

GECMIN HIDRO AZ


 Inga. Felix P. Vera Guevara
 CIP 53070

Anexo 20. CANTERA C-01-C, Analisis Granulométrico por Tamizado y Limites de Consistencia



GEOMIN HIDRO AZ

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Materiales y Pavimentos

Análisis Granulométrico por Tamizado y Límites de Consistencia de Atterberg

Proyecto : "MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACIÓN DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: EMP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO".

Ubicacion : SAN SALVADOR

Solicitante : RENZO GUTIERREZ ORCOTOMA Y JAVIER EDUARDO CRUZ BEJAR

Fecha : Junio 2021

Muestra : Cantera :C-01-C **Km.** : 00+500 **Lado** : Derecho

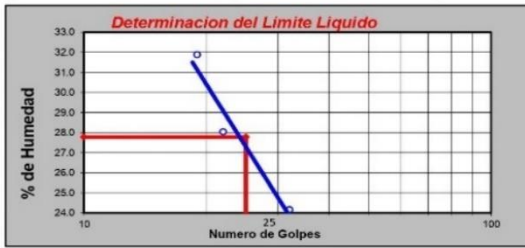
Granulometría - MTC E 107			
Datos del Ensayo			
Peso Total	=		3264.0
Peso de fracción	=		344.0
Peso de muestra lavada	=		3264.0

Contenido de Humedad Natural			
Datos del Ensayo			
Peso de la Muestra húmeda	=		134.3
Peso de la Muestra seca	=		120.8
% de Humedad	=		11.2

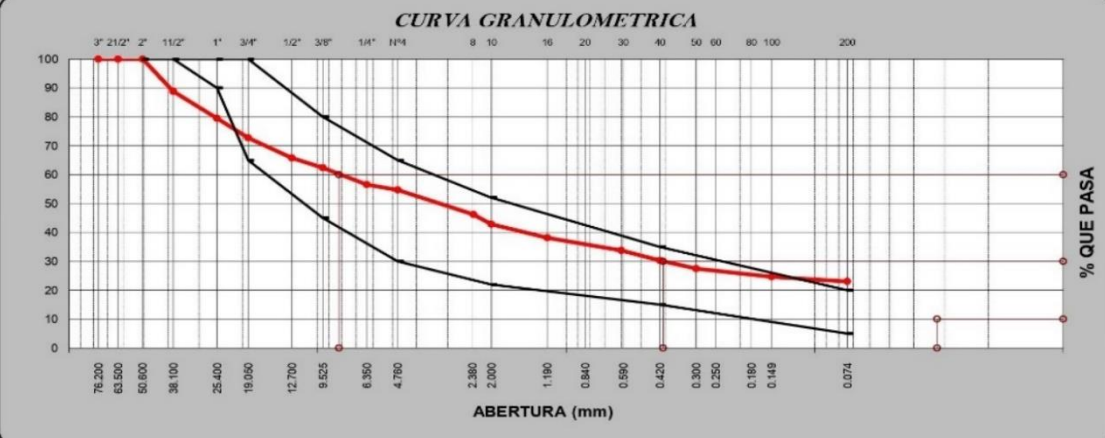
Límite Líquido - MTC E 110			
Ensayo			
Nº de Golpes	1	2	3
Recipiente Nº	32	22	19
Recip. + Suelo Hum.	50.32	43.82	45.89
Recip. + Suelo Seco	45.37	39.55	40.64
Peso Recip.	24.87	24.32	24.17
Peso Agua	4.95	4.27	5.25
Peso S. Seco	20.50	15.23	16.47
% de Humedad	24.15	28.04	31.88

Límite Plástico - MTC E 111			
Ensayo			
Recipiente Nº	A	B	L.P.(%)
Recip. + Suelo Hum.	22	31	
Recip. + Suelo Seco	19.22	17.46	22.67
Peso Recip.	17.79	15.99	
Peso Agua	11.45	9.54	
Peso S. Seco	1.43	1.47	
Peso S. Seco	6.34	6.45	
% de Humedad	22.56	22.79	

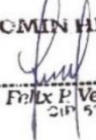
Malla Tamiz	mm.	Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% que Pasa	especificacione
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0	
2"	50.600	0.0	0.0	0.0	100.0	100
1 1/2"	38.100	364.0	11.2	11.2	88.8	100
1"	25.400	305.0	9.3	20.5	79.5	90 - 100
3/4"	19.050	223.0	6.8	27.3	72.7	65 - 100
1/2"	12.700	226.4	6.9	34.2	65.8	
3/8"	9.525	111.7	3.4	37.6	62.4	45 - 80
1/4"	6.350	187.9	5.8	43.4	56.6	
No4	4.760	62.8	1.9	45.3	54.7	30 - 65
8	2.360	53.7	8.5	53.8	46.2	
10	2.000	21.6	3.4	57.2	42.8	22 - 52
16	1.190	29.4	4.7	61.9	38.1	
30	0.600	27.0	4.3	66.2	33.8	
40	0.420	22.0	3.5	69.7	30.3	15 - 35
50	0.300	17.4	2.8	72.5	27.5	
100	0.149	18.5	2.9	75.4	24.6	
200	0.074	10.0	1.6	77.0	23.0	5 - 20
< 200		0.0	0.0	77.0		




Clasificación SUCS	=	GM	L. L.	=	27.78	C_f	255.21	D 10		D 30		D 60	
Clasificación AASHTO	=	A-1-b (0)	L. P.	=	5.10	C_e	0.63	0.03	0.41	8.2			



Observaciones : las canteras fue muestreado por el solicitante


GEOMIN HIDRO AZ
 Inga. Félix P. Vera Guevara
 CIP 53070

Anexo 21. CANTERA C-01-C, Ensayo de Proctor



GECOMIN HIDRO AZ

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Materiales y Pavimentos

Ensayo de Proctor Modificado, Norma MTC E 115 - 2016

Proyecto : "MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMACIÓN Y EVALUACIÓN DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO RUCINAL IRAMBO, EMT. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO"

Ubicación : SAN SALVADOR

Solicitante : RENZO GUTIÉRREZ ORCCOTOMA Y JAVIER EDUARDO CRUZ BEJAR

Fecha : Junio 2021

Muestra : Cantera :C-01-C **Km.** : 00+500 **Lado** : Derecho

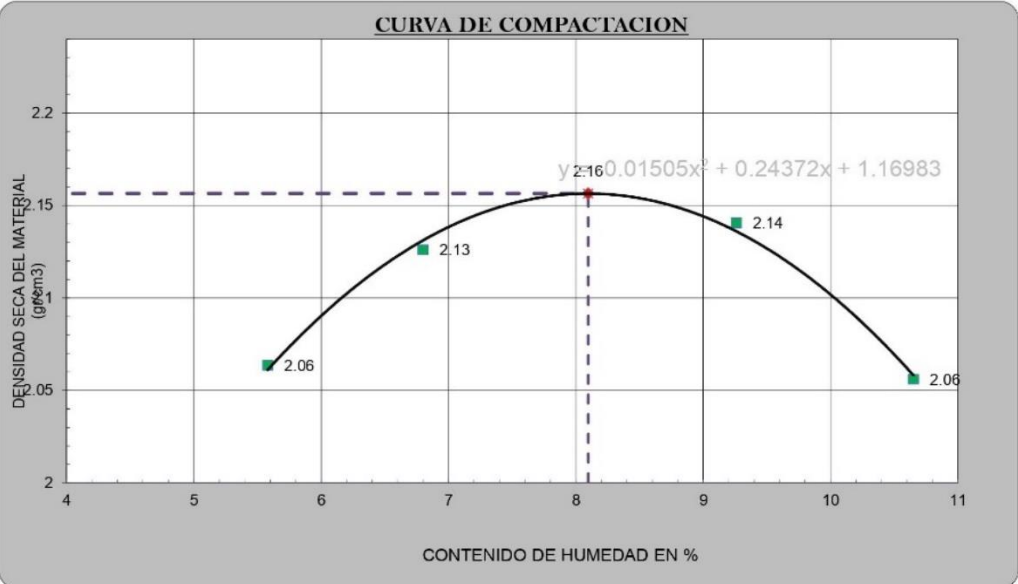
Nro. de Golpes por capa : 56	Nro. de Capas : 5	Peso martillo (lbs) : 24.5
Diámetro del molde : 14.92	Alt. Mold. (cm) : 11.65	Volumen (cm ³) : 2036.84

Detalles del ensayo:

MOLDE Nº	Unidad	1	2	3	4
PESO DEL SUELO HUMEDO + MOLDE	gr.	7300	7487	7626	7496
PESO DEL MOLDE	gr.	2862	2862	2862	2862
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	4438	4625	4764	4634
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³	2037	2037	2037	2037
DENSIDAD DEL SUELO HUMEDO	gr/cm ³	2.18	2.27	2.34	2.28

CAPSULA		A	B	C	D	E	F	G	H
PESO DE LA CAPSULA	gr.	25.50	26.00	25.60	27.50	26.60	28.40	25.70	25.40
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	152.31	158.73	149.35	158.39	146.67	149.19	183.41	183.85
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	145.33	152.01	141.41	150.12	137.07	138.37	168.54	168.29
PESO DEL AGUA	gr.	6.98	6.72	7.94	8.27	9.60	10.82	14.87	15.56
PESO DEL SUELO SECO	gr.	119.83	126.01	115.81	122.62	110.47	109.97	142.84	142.89
% DE HUMEDAD	%	5.82	5.33	6.86	6.74	8.69	9.84	10.41	10.89
HUMEDAD PROMEDIO	%	5.58		6.80		9.26		10.65	
DENSIDAD DEL SUELO SECO	gr/cm ³	2.06		2.13		2.14		2.06	

CURVA DE COMPACTACION




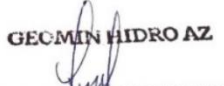
HUMEDAD OPTIMA	=	8.1	%
DENSIDAD MAXIMA	=	2.16	gr/cm³

Observaciones : las canteras fue muestreado por el solicitante

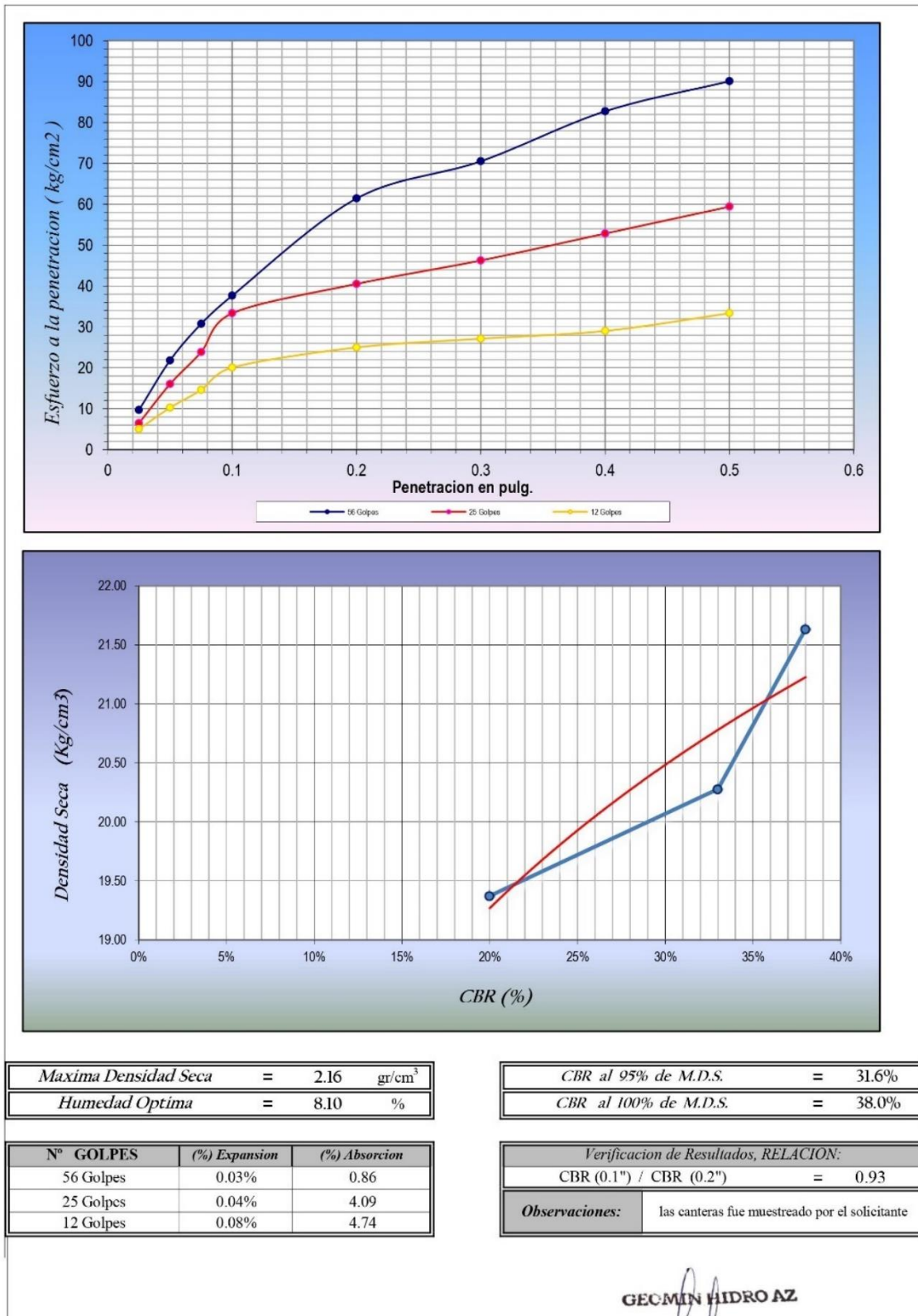
GECOMIN HIDRO AZ


 Ing. Félix P. Vera Guevara
 CIP 53070

Anexo 22. CANTERA C-01-C, Ensayo Valor de Soporte de Suelos -CBR

	GEOMIN HIDRO AZ											
<i>Laboratorio de Mecánica de Suelos, Materiales y Pavimentos</i>												
Ensayo Valor de Soporte de Suelos - CBR, Norma MTC E 132 - 2016												
Proyecto	: "MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACION DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: EMP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO".											
Ubicacion	: SAN SALVADOR											
Solicitante	: RENZO GUTIÉRREZ ORCCOTOMA Y JAVIER EDUARDO CRUZ BEJAR											
Fecha	: Junio 2021											
Muestra	: Cantera :C-01-C			Km. : 00+500				Lado : Derecho				
DATOS DEL MOLDE (cm.)												
		Molde N° 01		Molde N° 02		Molde N° 03		Datos Generales				
Altura	cm	17.92		17.81		17.82		Dens. Max Seca.:	2.16			
Diámetro	cm	15.18		15.24		15.23		Humedad Optima:	8.10			
Volumen	cm ³	2130.2		2127.0		2126.0		Humedad Natural (%):	11.18			
DATOS DE COMPACTACION												
		56 Golpes			25 Golpes			12 Golpes			Peso del martillo:	10 lbs
Peso del Molde y Muestra Compacta	gr.	9995			9505			9348			Altura del martillo:	18 pulg
Peso del Molde	gr.	5013			4864			4936			Peso del disco esp.:	9 lbs
Peso de la Muestra Compacta	gr.	4982			4641			4412			Altura del disco esp.:	2.4 pulg
Densidad Humeda	gr/cm ³	2.34			2.18			2.08			Número de Capas:	5 capas
Densidad Seca	gr/cm ³	2.16			2.03			1.94			Número de golpes:	56
Peso del Tarro	gr.	32.00	28.00	25.00	30.00	26.00	25.00					
Peso del Tarro + Suelo Humedo	gr.	165.49	163.18	154.56	160.43	156.33	160.21					
Peso del Tarro + Suelo Seco	gr.	155.62	152.91	145.14	151.49	147.69	151.19					
Peso del Agua	gr.	9.87	10.27	9.42	8.94	8.64	9.02					
Peso del Suelo Seco	gr.	123.62	124.91	120.14	121.49	121.69	126.19					
Contenido de Humedad	%	7.98	8.22	7.84	7.36	7.10	7.15					
Contenido de Humedad Promedio	%	8.10		7.60		7.12						
Peso M+M C. despues de Inmersión	gr.	10038			9695			9557				
Peso del Molde y Muestra Compacta	gr.	9995			9505			9348				
Porcentaje de Absorción	%	0.86			4.09			4.74				
CTE. DIAL EXPANSION												
1			Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03			
FECHA	HORA	Tiempo	Dial mm	Pulg.	% Exp.	Dial mm	Pulg.	% Exp.	Dial mm	Pulg.	% Exp.	
24/06/2021	16.30	00 horas	0.00	0.000	0.00%	0.00	0.000	0.00%	0.00	0.000	0.00%	
25/06/2021	16.30	24 horas	0.02	0.001	0.01%	0.03	0.001	0.02%	0.04	0.002	0.02%	
26/06/2021	16.30	48 horas	0.02	0.001	0.01%	0.03	0.001	0.02%	0.04	0.002	0.02%	
27/06/2021	16.30	72 horas	0.04	0.002	0.02%	0.06	0.002	0.03%	0.09	0.004	0.05%	
28/06/2021	16.30	96 horas	0.05	0.002	0.03%	0.07	0.003	0.04%	0.14	0.006	0.08%	
Constante del Anillo												
Constante del Anillo												
Area Pistón		19.3 cm ²										
PENETRACION												
Tiempo			Dial	Carga		Dial	Carga		Dial	Carga		
	(mm)	(pulg)		Kg-f	Kg/cm ²		Kg-f	Kg/cm ²		Kg-f	Kg/cm ²	
0.5 min	0.64	0.025	32	186	10	21	125	6	16	97	5	
1.0 min	1.27	0.050	74	421	22	54	309	16	34	197	10	
1.5 min	1.91	0.075	105	593	31	81	460	24	49	281	15	
2.0 min	2.54	0.100	129	727	38	114	643	33	68	387	20	
4.0 min	5.08	0.200	212	1185	61	139	782	41	85	482	25	
6.0 min	7.62	0.300	244	1361	71	159	893	46	92	523	27	
8.0 min	10.16	0.400	287	1597	83	182	1020	53	99	560	29	
10.0 min	12.70	0.500	313	1739	90	205	1147	59	114	643	33	
 GEOMIN HIDRO AZ Inq. Félix P. Vera Guevara CIP 53070												

Anexo 23. CANTERA C-01-C, Resultados del Ensayo CBR de Suelos



Maxima Densidad Seca	=	2.16	gr/cm ³
Humedad Optima	=	8.10	%

CBR al 95% de M.D.S.	=	31.6%
CBR al 100% de M.D.S.	=	38.0%


Nº GOLPES	(%) Expansion	(%) Absorcion
56 Golpes	0.03%	0.86
25 Golpes	0.04%	4.09
12 Golpes	0.08%	4.74

Verificacion de Resultados, RELACION:	
CBR (0.1") / CBR (0.2")	= 0.93
Observaciones:	las canteras fue muestreado por el solicitante

GECMIN HIDRO AZ

Ina. Felix P. Vera Guevara
CIP 43070

Anexo 24. CANTERA C-01-C, Resistencia a la Abrasión - Ensayo de los Ángeles



GECMIN HIDRO AZ

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Materiales y Pavimentos

Resistencia a la Abrasion - Ensayo de los Angeles, Norma MTC - E 207-2016

Proyecto : "MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACIÓN DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: EMP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO".

Ubicacion : SAN SALVADOR

Solicitante : RENZO GUTIÉRREZ ORCCOTOMA Y JAVIER EDUARDO CRUZ BEJAR

Fecha : Junio 2021

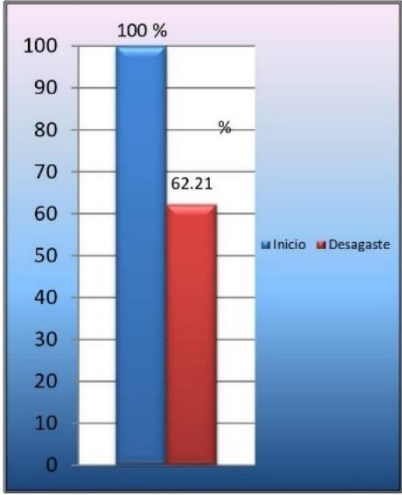
Muestra : Cantera :C-01-C **Km. : 00+500** **Lado : Derecho**

TAMAÑO MAXIMO	GRADUACION	N° Revoluciones
1"	A	500

N° Billas	Peso Inicial	Peso Final
12	5004	3113


Desgaste
37.79%



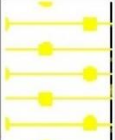
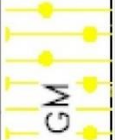

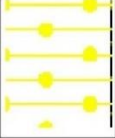
OBSERVACIONES
las canteras fue muestreado por el solicitante



GECMIN HIDRO AZ
 Ina. Felix P. Vera Guevara
 CIP 53070

Anexo 25. CANTERA C-01-C, Perfil Estratigráfico

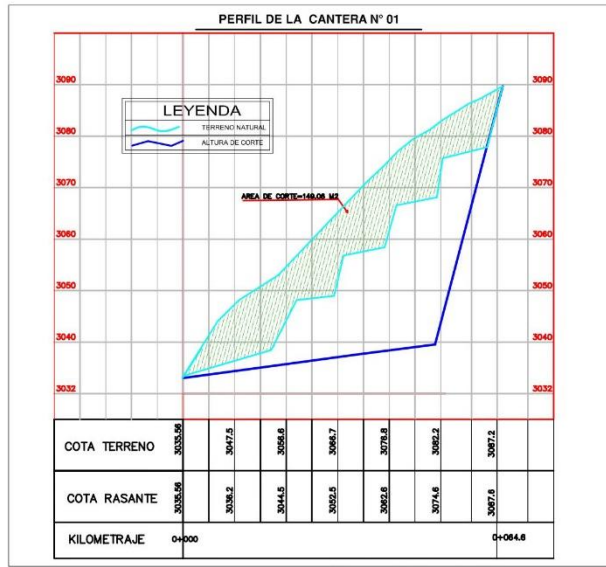
	GEOMIN	REALIZADO POR: S. Q. F. REVIZADO POR: L. A. A.
	<i>Laboratorio de Mecánica de Suelos, Materiales y Pavimentos</i>	
PERFIL ESTRATIGRAFICO		
Proyecto	: "MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACIÓN DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: EMP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO".	
Ubicacion	: SAN SALVADOR	
Solicitante	: RENZO GUTIÉRREZ ORCCOTOMA Y JAVIER EDUARDO CRUZ BEJAR	
Fecha	: Junio 2021	
Muestra	: Cantera :C-01-C	Km. 00+500 Lado Derecho

Profun.	Estrato	Descripcion	Clasificacion	Descripcion	Imagen fotografica
0.00					
-0.10	1	Cobertura vegetal		Material de cobertura, tipo suelo de cultivo y/o agricola.	
-0.20					
-0.30					
-0.40					
-0.50	2	Grava con arenisca de color gris			
-0.60					
-0.70					
-0.80					
-0.90					
-1.00	3	intercalacion de limo arcillosa		Grava limosa, mezcla mal gradadas de grava, arena y limo. Intercalaciones de grava y arenisca con clastos redondeados a sub redondeados	
-1.10					
-1.20					
-1.30					
-1.40	4	grava arcillosa de color amarillento			
-1.50					
-1.60	5	arcilla con presencia de grava con clastos subangulosos			
-1.70					
-1.80					
-1.90					
-2.00					
-2.10					
-2.20					
-2.30					
-2.40					
-2.50					

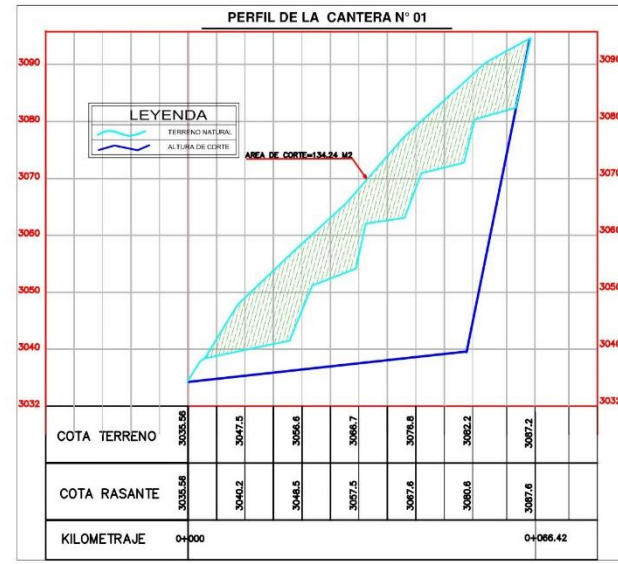
GEOMIN HIDRO AZ

 Ina. Frilix P. Vera Guevara
 DNI 53070

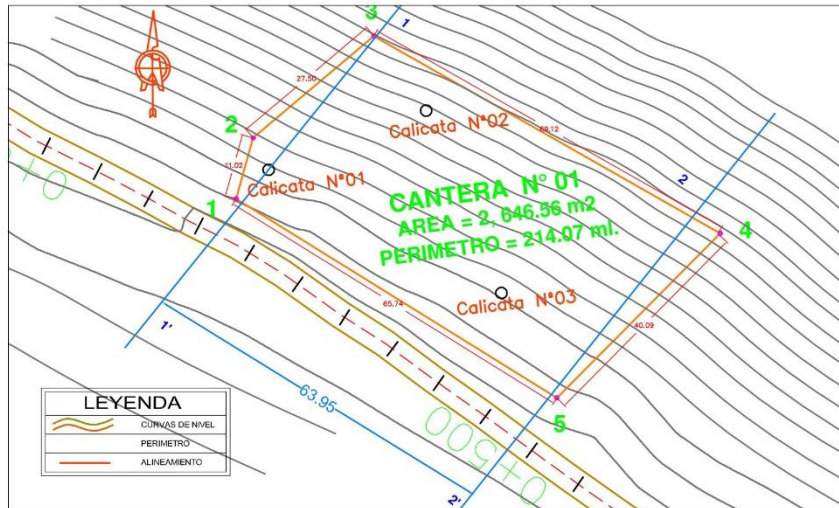
Anexo 26. Diagrama del perfil de la Cantera



PERFIL - CANTERA CORTE 2 - 2'
 Esc. Hzt.: 1/1,500
 Esc. Vert.: 1/150



PERFIL - CANTERA CORTE 1 - 1'
 Esc. Hzt.: 1/1,500
 Esc. Vert.: 1/150



CUADRO DE COORDENADAS

VERTICE	LADO	DISTANCIA	ANG. INTERNO	ESTE (X)	NORTE (Y)
1	1-2	29.63	128°44'57"	198312.35	8507594.65
2	2-3	66.42	144°28'28"	198315.30	8507605.27
3	3-4	63.84	90°20'28"	198336.31	8507623.01
4	4-5	27.14	91°59'2"	198396.63	8507588.64
5	5-1	21.05	128°14'1"	198368.19	8507559.96

Area : 2,646.56 m²
 Perimetro : 214.07 ml

CANTERA N° 01
 Sector San Salvador - Progresiva 0+500

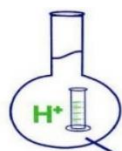
Area delimitada para explotación	2,646.56 m ²
Progresiva: Km 0+500 al Km 0+570	8507605.27
Volumen a utilizar :	8,109.80 m ³
Potencia :	9,058.52 m ³

CANTERA N° 01
 Sector San Salvador - Progresiva 0+500

CALICATA	COORDENADAS		
	C.E.	C.N.	Z
N° 01	198318.25	8507599.61	3042.00
N° 02	198345.65	8507610.08	3047.00
N° 03	198358.70	8507578.35	3038.00

PROYECTO ELABORADO POR :	REGION: CUSCO PROVINCIA: CALCA DISTRITO: SAN SALVADOR	REVISIONES	PLANO:	ESCALA :	CODIGO:
REVISION:	SECTOR: MIN. SALVADOREÑO - OCCIDENTAL	REP. FECHA DESCRIPCION	CANTERA N° 01	1 : 2500	PC-01
EMISOR:				FECHA :	
				ABRIL - 2021	

Anexo 27. Analisis Fisicoquímico de Agua para Afirmado



MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES
AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE

RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN CEL: 974 673993 - 946 688776

INFORME N°LQ 0095-21

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA PARA AFIRMADO DE CARRETERA

SOLICITA :

Renzo Gutiérrez Orcotoma
Javier Eduardo Cruz Bejar

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL TRAMO: EMP.PE-28B
(SAN SALVADOR – IRPAY), DISTRITO DE SAN SALVADOR, PROVINCIA DE
CALCA, DEPARTAMENTO DE CUSCO"

DISTRITO : SAN SALVADOR

PROVINCIA : CALCA

DEPARTAMENTO: CUSCO

MUESTRA : (M-01) 09+086

FECHA DE INFORME: JUNIO /2021

RESULTADOS:

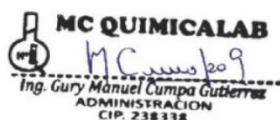
DETERMINACIONES	UNIDAD	M2
Dureza	CaCO ₃	ppm
Alcalinidad	HCO ₃ ⁻	ppm
Acidez	CO ₂	ppm
Cloruros	Cl ⁻	ppm
Sulfatos		ppm
pH		6.6
Conductividad eléctrica	μS/cm	50
RAS		0.4
clase		S ₁ C ₁

NORMA UTILIZADA PARA EL ANÁLISIS:

MTC E 716,717, 718,719,720

METODO DE ANALISIS: Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales publicado conjuntamente por AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF).

CONCLUSION: la muestra se clasifica como S₁C₁ que significa salinización baja y alcalinización baja por consiguiente el agua es de buena calidad y es apto para el afirmado de carretera.



MARIO CUMPA CAYURI
INGENIERO QUIMICO
REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 16108

Anexo 28. Diseño Cemento + PROES 0.19 it/m3 – resultados numericos.

	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	
PROYECTO : MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACION DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: MP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO"		Registro N°:
UBICACIÓN : TRAMO 01: San Salvador km 00+000 - Irpay km.18+200		Fecha: 01/07/2021

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : CANTERA Km. 00+500	CLASF. (SUCS) : GM
ESTRUCTURA : Base Con Estabilización Química.	CLASF. (AASHTO) : A-2-4(0)
MATERIAL : Suelo De Origen Coluvial	LADO : L/Derc.
DISEÑO : CEMENTO + PROES 0.19 it/m3.	

	DENSIDAD MAXIMA		2.160		HUMEDAD ÓPTIMA (%)		8.10	
Molde N°	2		3				11	
Capas N°	5		5				5	
Golpes por capa N°	56		25				12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO		
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12199		12192		12943			
Peso de molde (g)	7228		7520		8261			
Peso del suelo húmedo (g)	4971		4672		4682			
Volumen del molde (cm ³)	2122		2107		2249			
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.343		2.217		2.082			
Tara (N°)	5		3				2	
Peso suelo húmedo + tara (g)	188.50		136.50		155.10			
Peso suelo seco + tara (g)	174.50		126.30		143.70			
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00			
Peso de agua (g)	14.00		10.20		11.40			
Peso de suelo seco (g)	174.50		126.30		143.70			
Contenido de humedad (%)	8.02		8.08		7.93			
Densidad seca (g/cm ³)	2.169		2.052		1.929			

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
01/07/2021	10:35	0									
02/07/2021	10:35	24									
03/07/2021	10:35	48									
04/07/2021	10:35	72									
05/07/2021	10:35	96									

PENETRACION

PENETRACION mm	PENETRACION in	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 2				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6						
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION				
			Dial (dlv)	kg	kg	%	Dial (dlv)	kg	kg	%	Dial (dlv)	kg	kg	%			
0.000	0.000		0.0	0.0				0.0	0.0								
0.635	0.025		200.0	9.9				138.0	6.9				80.0	4.0			
1.270	0.050		259.0	12.9				216.0	10.7				134.0	6.7			
1.905	0.075		691.0	34.4				568.8	28.3				252.0	12.5			
2.540	0.100	70.5	1101.0	54.8	47.8	67.9	991.0	49.3	41.1	58.4	591.0	29.4	25.1	35.7			
3.810	0.150		1538.0	76.5				1312.0	65.2				882.0	43.9			
5.080	0.200	105.7	2012.0	100.1	102.8	97.3	1902.0	94.6	95.5	90.4	1577.0	78.4	75.7	71.7			
6.350	0.250		2585.0	128.5				2422.0	120.4				2151.0	107.0			
7.620	0.300		3083.0	153.3				2849.0	141.7				2427.0	120.7			
10.160	0.400		3762.0	187.1				3151.0	156.7				2996.0	149.0			

Observaciones:

.....

GECMIN HIDRO AZ

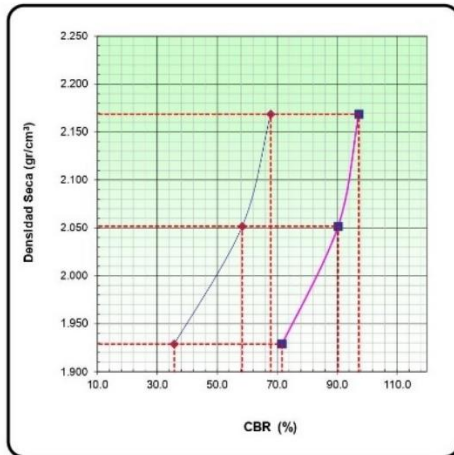
 Inq. Felix P. Vera Guevara
 CIP 53070

Anexo 29. Diseño Cemento + PROES 0.19 it/m3 – resultados gráficos

	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	
PROYECTO : MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACIÓN DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: MP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO		
UBICACIÓN : TRAMO 01: San Salvador km 00+000 - Irpay km.05+160		01/07/2021

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : CANTERA Km. 00+500	CLASF. (SUCS) : GM
ESTRUCTURA : Base Con Estabilización Química.	CLASF. (AASH) : A-2-4(0)
MATERIAL : Suelo De Origen Coluvial	LADO : L/Derc.
DISEÑO : CEMENTO + PROES 0.19 It/m3.	



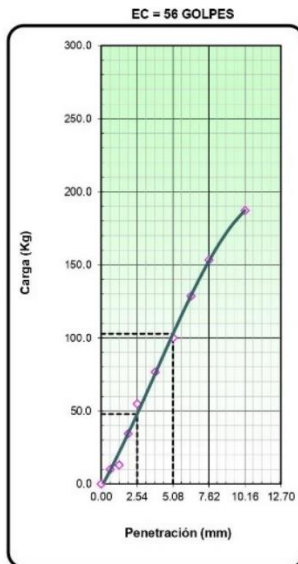
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.160
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 8.1
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.052
DENSIDAD INSITU (g/cm3) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	67.9	0.2"	97.3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	58.4	0.2"	90.4

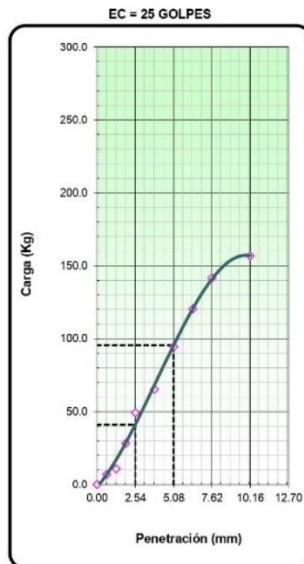
RESULTADOS CBR a 0.1": = 67.9 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 58.4 (%)

OBSERVACIONES:

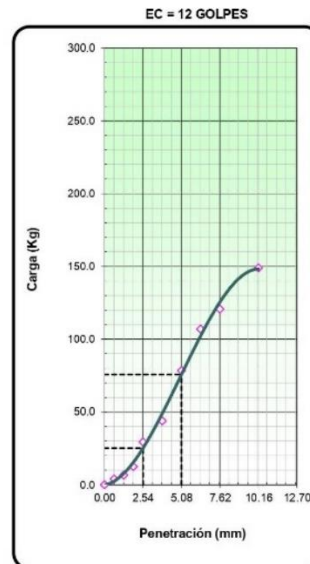
Dosificación: Aditivo Líquido PROES 0.19 It
 Aditivo Sólido - CEMENTO TIPO I 1.00 %



CBR (0.1")	67.9%
CBR (0.2")	97.3%



CBR (0.1")	58.4%
CBR (0.2")	90.4%



CBR (0.1")	35.7%
CBR (0.2")	71.7%

GECMIN HIDRO AZ

 Inga. Félix P. Vera Guevara
 CIP 53070

Anexo 30. Diseño Cemento + PROES 0.21 it/m3 – resultados numéricos

	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	
PROYECTO : MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACION DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: MP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO		Registro N°:
UBICACIÓN : TRAMO 01: San Salvador km 00+000 - Irpay km.05+160		Fecha: 01/07/2021

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : CANTERA Km. 00+500	CLASF. (SUCS) : GM
ESTRUCTURA : Base Con Estabilización Química.	CLASF. (AASHTO) : A-2-4(0)
MATERIAL : Suelo De Origen Coluvial	LADO : L/Derc.
DISEÑO : CEMENTO + PROES 0.21 it/m3.	

	DENSIDAD MAXIMA		2.166		HUMEDAD ÓPTIMA (%)		8.10	
Molde N°	11		12		13			
Capas N°	5		5		5			
Golpes por capa N°	56		25		12			
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO		
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13548		13112		12278			
Peso de molde (g)	8261		8053		7875			
Peso del suelo húmedo (g)	5287		5059		4403			
Volumen del molde (cm ³)	2249		2278		2113			
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.351		2.221		2.084			
Tara (N°)	4		9		12			
Peso suelo húmedo + tara (g)	131.00		128.00		106.00			
Peso suelo seco + tara (g)	120.80		118.60		98.10			
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00			
Peso de agua (g)	10.20		9.40		7.90			
Peso de suelo seco (g)	120.80		118.60		98.10			
Contenido de humedad (%)	8.44		7.93		8.05			
Densidad seca (g/cm ³)	2.188		2.058		1.928			

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
01/07/2021	10:35	0									
02/07/2021	10:35	24									
03/07/2021	10:35	48									
04/07/2021	10:35	72									
05/07/2021	10:35	96									

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 11				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6				
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	
0.000	0.000	0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0			
0.635	0.025	364.8	18.1			155.0	7.7			100.1	5.0			
1.270	0.050	597.9	29.6			392.3	19.4			292.7	14.5			
1.905	0.075	916.9	45.4			803.2	39.8			500.2	24.8			
2.540	0.100	70.5	1658.0	82.1	71.6	101.7	1435.2	71.1	58.3	82.8	800.1	39.6	34.6	49.2
3.810	0.150		2138.7	105.9			1733.6	85.9			1061.1	52.6		
5.080	0.200	105.7	2783.7	137.9	135.2	127.9	2390.3	118.4	117.5	111.2	1637.1	81.1	83.5	79.0
6.350	0.250		3154.5	156.3			2829.7	140.2			2321.4	115.0		
7.620	0.300		3738.7	185.2			3383.1	167.6			2618.3	129.7		
10.160	0.400		4318.7	213.9			3972.1	196.7			3373.0	167.1		

Observaciones:

.....

GECMIN HIDRO AZ

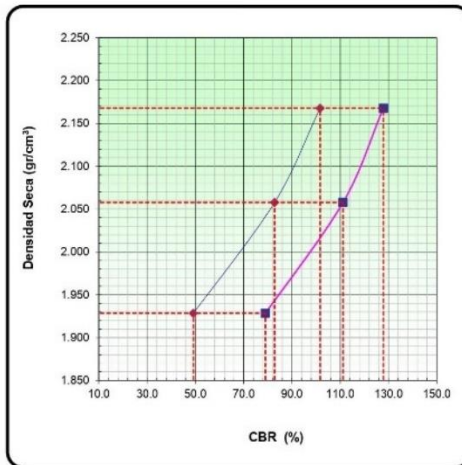
 Inq. Felix P. Vera Guevara
 CIP 53070

Anexo 31. Diseño Cemento + PROES 0.21 it/m3 – resultados gráficos

	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	
PROYECTO :	MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMANDO Y EVALUACIÓN DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: MP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO"	0
UBICACIÓN :	TRAMO 01: San Salvador km 00+000 - Irpay km.05+160	01/07/2021

I. Datos Generales

PROCEDENCIA :	CANTERA Km. 00+500	CLASF. (SUCS) :	GM
ESTRUCTURA :	Base Con Estabilización Química.	CLASF. (AASHTO) :	A-2-4(0)
MATERIAL :	Suelo De Origen Coluvial	LADO :	L/Decr.
DISEÑO :	CEMENTO + PROES 0.21 It/m3.		



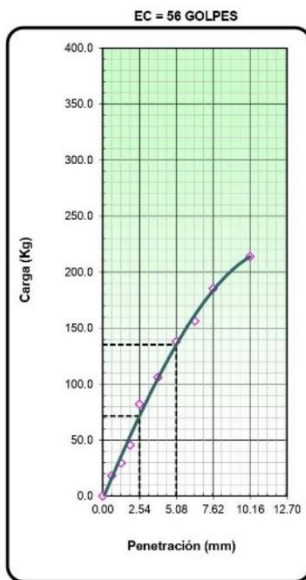
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.160
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 8.1
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.052
 DENSIDAD INSITU (g/cm3) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	101.7	0.2"	127.9
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	82.8	0.2"	111.2

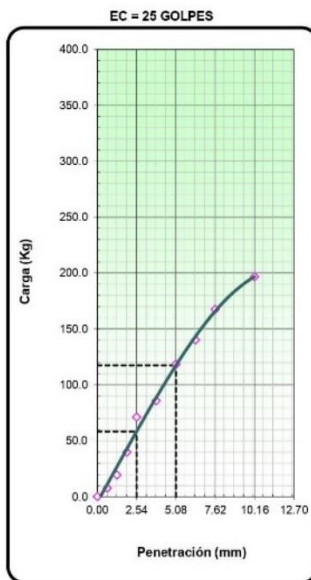
RESULTADOS CBR a 0.1": = 101.7 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 82.8 (%)

OBSERVACIONES:

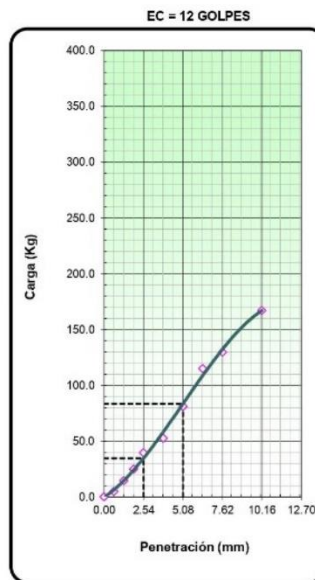
Dosificación: Aditivo Líquido PROES 0.21 It
 Aditivo Sólido - CEMENTO TIPO I 1.50 %



CBR (0.1")	101.7%
CBR (0.2")	127.9%



CBR (0.1")	82.8%
CBR (0.2")	111.2%



CBR (0.1")	49.2%
CBR (0.2")	79.0%

GECMIN HIDRO AZ

[Signature]
 Ing. Félix P. Vera Guevara
 CIP 53070

Anexo 32. Diseño Cemento + PROES 0.23 it/m3 – resultados números

	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	
PROYECTO : MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACION DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: MP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO"		Registro N°: 0
UBICACIÓN : TRAMO 01: San Salvador km 00+000 - Irpay km.05+160		Fecha: 01/07/2021

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : CANTERA Km. 00+500 ESTRUCTURA : Base Con Estabilización Química. MATERIAL : Suelo De Origen Coluvial DISEÑO : CEMENTO + PROES 0.23 It/m3.	CLASF. (SUCS) : GM CLASF. (AASHTO) : A-2-4(0) LADO : L/Derc.
--	---

	DENSIDAD MAXIMA		2.166		HUMEDAD ÓPTIMA (%)		8.10	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	14		15		16			
Capas N°	5		5		5			
Golpes por capa N°	56		25		12			
Condición de la muestra								
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12808		12761		12501			
Peso de molde (g)	7875		8014		8085			
Peso del suelo húmedo (g)	4933		4747		4416			
Volumen del molde (cm ³)	2112		2136		2082			
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.336		2.222		2.121			
Tara (N°)	0		0		0			
Peso suelo húmedo + tara (g)	131.00		139.00		131.00			
Peso suelo seco + tara (g)	121.40		128.70		121.20			
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00			
Peso de agua (g)	9.60		10.30		9.80			
Peso de suelo seco (g)	121.40		128.70		121.20			
Contenido de humedad (%)	7.91		8.00		8.09			
Densidad seca (g/cm ³)	2.165		2.058		1.962			

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
01/07/2021	10:35	0									
02/07/2021	10:35	24									
03/07/2021	10:35	48									
04/07/2021	10:35	72									
05/07/2021	10:35	96									

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION mm	PENETRACION in	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 14				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.635	0.025		352.8	17.5			268.3	13.3			100.4	5.0		
1.270	0.050		694.4	34.5			426.5	21.2			292.1	14.5		
1.905	0.075		1043.5	51.9			904.4	45.0			592.0	29.4		
2.540	0.100	70.5	1887.9	93.9	85.6	121.5	1805.5	89.8	75.1	106.6	1094.3	54.4	46.9	66.6
3.810	0.150		2747.2	136.6			2361.1	117.4			1583.1	78.7		
5.080	0.200	105.7	3301.4	164.2	165.8	156.9	2942.4	146.3	146.2	138.4	2128.3	105.8	107.9	102.1
6.350	0.250		3948.3	196.3			3509.1	174.5			2750.4	136.8		
7.620	0.300		4390.1	218.3			3831.3	190.5			3272.2	162.7		
10.160	0.400		4773.1	237.4			4292.1	213.4			3917.5	194.8		

Observaciones:

.....

.....

.....

.....

.....

GECMIN HIDRO AZ

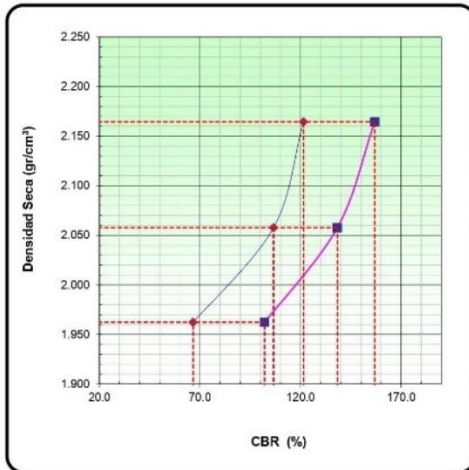
Ina. Felix P. Vera Guevara
CIP 53070

Anexo 33. Diseño Cemento + PROES 0.23 it/m3 – resultados gráficos

	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	
PROYECTO :	"MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMACION Y EVALUACION DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: MP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO"	0
UBICACION :	TRAMO 01: San Salvador km 00+000 - Irpay km.05+160	01/07/2021

I. Datos Generales

PROCEDENCIA :	CANTERA Km. 00+500	CLASF. (SUCS) :	GM
ESTRUCTURA :	Base Con Estabilización Química.	CLASF. (AASH) :	A-2-4(0)
MATERIAL :	Suelo De Origen Coluvial	LADO :	L/Derc.
DISEÑO :	CEMENTO + PROES 0.23 It/m3.		



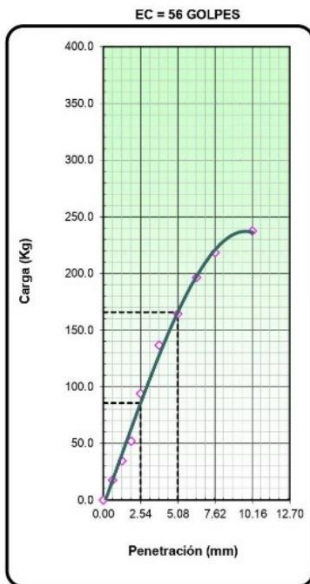
METODO DE COMPACTACION	: ASTM D1557		
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.160		
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 8.1		
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.052		
DENSIDAD INSITU (g/cm³)	:		

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	121.5	0.2"	156.9
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	106.6	0.2"	138.4

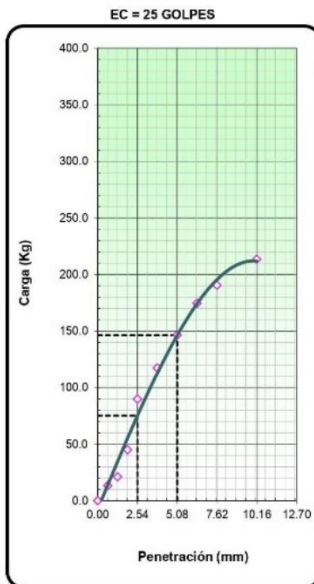
RESULTADOS CBR a 0.1"	=	121.5	(%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	=	106.6	(%)

OBSERVACIONES:

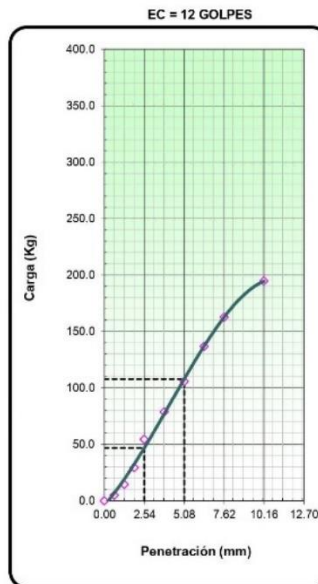
Dosificación:	Aditivo Liquido PROES	0.23 It
	Aditivo Solido - CEMENTO TIPO I	2.00 %



CBR (0.1")	121.5%
CBR (0.2")	156.9%



CBR (0.1")	106.6%
CBR (0.2")	138.4%



CBR (0.1")	66.6%
CBR (0.2")	102.1%

GECMIN HIDRO AZ

[Signature]
Inga. Felix P. Vera Guevara
 CIP 53070

Anexo 34. Diseño Cemento + PROES 0.25 it/m3 – resultados numéricos

	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	
PROYECTO : MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACION DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: MP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO"	Registro N°: 0	
UBICACIÓN : TRAMO 01: San Salvador km 00+000 - Irpay km.05+160	Fecha: 01/07/2021	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : CANTERA Km. 00+500	CLASF. (SUCS) : GM
ESTRUCTURA : Base Con Estabilización Química.	CLASF. (AASHTO) : A-2-4(0)
MATERIAL : Suelo De Origen Coluvial	LADO : L/Derc.
DISEÑO : CEMENTO + PROES 0.25 It/m3.	

	DENSIDAD MAXIMA		2.166	HUMEDAD ÓPTIMA (%)		8.10
Molde N°	14		15		16	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12816		12748		12491	
Peso de molde (g)	7875		8014		8085	
Peso del suelo húmedo (g)	4941		4734		4406	
Volumen del molde (cm ³)	2112		2136		2082	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.339		2.216		2.116	
Tara (N°)	0		0		0	
Peso suelo húmedo + tara (g)	128.00		145.00		134.20	
Peso suelo seco + tara (g)	118.40		134.30		124.30	
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00	
Peso de agua (g)	9.60		10.70		9.90	
Peso de suelo seco (g)	118.40		134.30		124.30	
Contenido de humedad (%)	8.11		7.97		7.96	
Densidad seca (g/cm ³)	2.164		2.053		1.960	

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
01/07/2021	10:35	0									
02/07/2021	10:35	24									
03/07/2021	10:35	48									
04/07/2021	10:35	72									
05/07/2021	10:35	96									

NO EXPANSIVO

PENETRACION														
PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N° 14				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	in	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.635	0.025		474.1	23.6			270.1	13.4			201.2	10.0		
1.270	0.050		939.3	46.7			703.1	35.0			492.1	24.5		
1.905	0.075		1459.4	72.6			1292.3	64.3			967.4	49.1		
2.540	0.100	70.5	2161.3	107.5	97.1	137.9	1990.3	99.0	91.9	130.5	1781.1	88.6	74.9	106.3
3.810	0.150		2608.1	129.7			2764.8	137.5			2332.7	116.0		
5.080	0.200	105.7	3424.6	170.3	168.8	159.7	3300.4	164.1	159.8	151.2	2870.4	142.7	146.1	138.3
6.350	0.250		3970.4	197.4			3561.1	177.1			3472.5	172.7		
7.620	0.300		4271.1	212.4			3980.4	197.9			3895.8	193.7		
10.160	0.400		4785.3	238.0			4473.6	222.5			4148.3	206.3		

Observaciones:

.....

.....

.....

.....

.....

GEOMIN HIDRO AZ

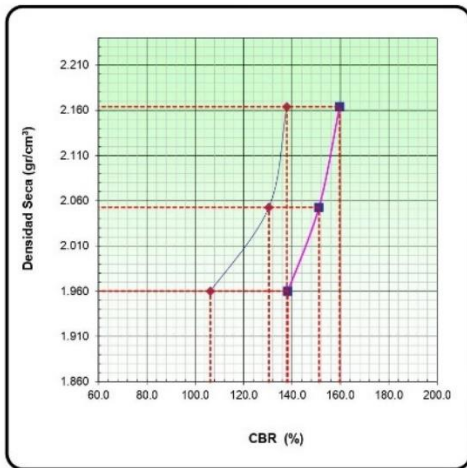
Ing. Felix P. Vera Guevara
CIP 53070

Anexo 35. Diseño Cemento + PROES 0.25 it/m³ – resultados gráficos

	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	
PROYECTO :	MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACIÓN DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: MP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO"	0
UBICACIÓN :	TRAMO 01: San Salvador km 00+000 - Irpay km.05+160	01/07/2021

I. Datos Generales

PROCEDENCIA :	CANTERA Km. 00+500	CLASF. (SUCS) :	GM
ESTRUCTURA :	Base Con Estabilización Química.	CLASF. (AASHTO) :	A-2-4(0)
MATERIAL :	Suelo De Origen Coluvial	LADO :	L/Derc.
DISEÑO :	CEMENTO + PROES 0.25 lt/m ³ .		



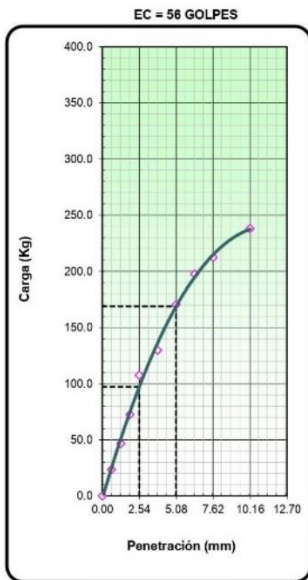
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.160
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 8.1
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.052
DENSIDAD INSITU (g/cm³) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	137.9	0.2"	159.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	130.5	0.2"	151.2

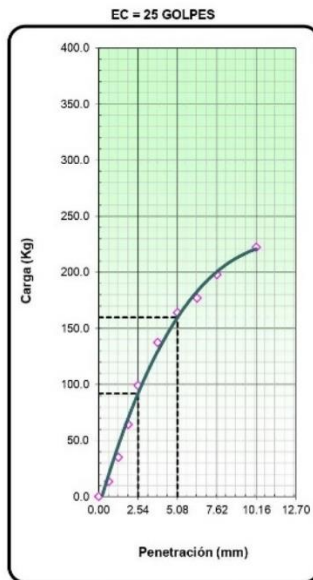
RESULTADOS CBR a 0.1" : = 137.9 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. : = 130.5 (%)

OBSERVACIONES:

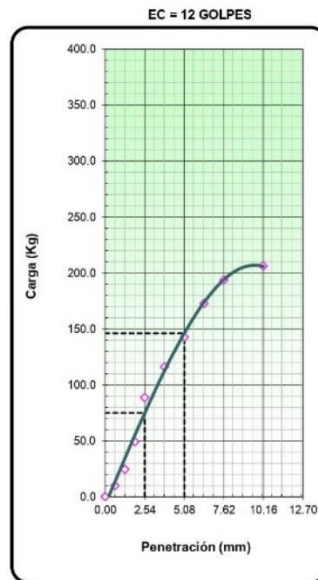
Dosificación:	Aditivo Líquido PROES	0.25 lt
	Aditivo Sólido - CEMENTO TIPO I	2.50 %



CBR (0.1")	137.9%
CBR (0.2")	159.7%



CBR (0.1")	130.5%
CBR (0.2")	151.2%



CBR (0.1")	106.3%
CBR (0.2")	130.3%

GEOMIN HIDRO AZ

Ing. Felix P. Vera Guevara
 CIP 53070

Anexo 36. Megasoilt 0,0264 Kl/m³ – resultados numéricos

	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	
PROYECTO : 'MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACION DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: MP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO'		Registro N°:
UBICACIÓN : TRAMO 01: San Salvador km 00+000 - Irpay km.05+160		Fecha: 01/07/2021

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : CANTERA Km. 00+500	CLASF. (SUCS) : GM
ESTRUCTURA : Base Con Estabilización	CLASF. (AASHTO) : A-2-4(0)
MATERIAL : Suelo De Origen Coluvial	LADO : L/Derec.
DISEÑO : Megasoilt 0,0264 kl/m ³	

	DENSIDAD MAXIMA		2.160		HUMEDAD ÓPTIMA (%)		8.10	
Molde N°	4		5		6		6	
Capas N°	5		5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13219		11887		12814			
Peso de molde (g)	8176		7177		8323			
Peso del suelo húmedo (g)	5043		4710		4491			
Volumen del molde (cm ³)	2155		2121		2121			
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.340		2.221		2.117			
Tara (N°)	5		3		2			
Peso suelo húmedo + tara (g)	188.50		136.50		155.10			
Peso suelo seco + tara (g)	174.50		128.30		143.70			
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00			
Peso de agua (g)	14.00		10.20		11.40			
Peso de suelo seco (g)	174.50		128.30		143.70			
Contenido de humedad (%)	8.02		8.08		7.93			
Densidad seca (g/cm ³)	2.166		2.055		1.962			

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
01/07/2021	10:35	0									
02/07/2021	10:35	24									
03/07/2021	10:35	48									
04/07/2021	10:35	72									
05/07/2021	10:35	96									

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION mm in		CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.635	0.025		186.0	9.2			100.0	5.0			72.0	3.6		
1.270	0.050		291.0	14.5			193.0	9.6			102.0	5.1		
1.905	0.075		697.0	34.7			502.0	25.0			202.0	10.0		
2.540	0.100	70.5	1129.0	56.1	50.6	71.8	921.0	45.8	37.7	53.6	513.0	25.5	21.9	31.1
3.810	0.150		1522.0	75.7			1212.0	60.3			819.0	40.7		
5.080	0.200	105.7	2432.0	120.9	110.1	104.2	1821.0	90.6	90.2	85.4	1446.0	71.9	70.4	66.7
6.350	0.250		2683.0	133.4			2302.0	114.5			2031.0	101.0		
7.620	0.300		3269.0	162.6			2711.0	134.8			2301.0	114.4		
10.160	0.400		4123.0	205.0			3021.0	150.2			2826.0	140.5		

Observaciones:

.....

.....

.....

.....

GECMIN HIDRO AZ

[Firma]

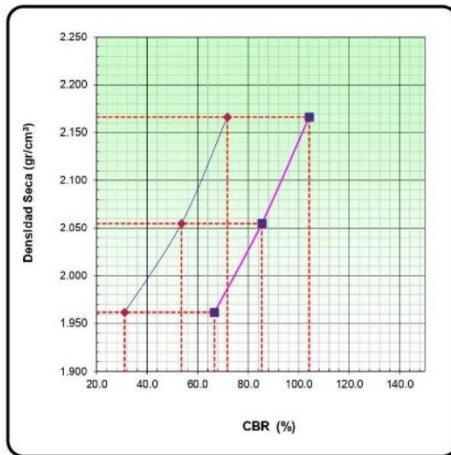
Ing. Félix P. Vera Guevara
DIP 53070

Anexo 37. Megasoilt 0,0264 Kl/m³ – resultados gráficos

	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	
PROYECTO : "MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACIÓN DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: MP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO"		0
UBICACIÓN : TRAMO 01: San Salvador km 00+000 - Irpay km.05+160		01/07/2021

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : CANTERA Km. 00+500	CLASF. (SUCS) : GM
ESTRUCTURA : Base Con Estabilización	CLASF. (AASH) : A-2-4(0)
MATERIAL : Suelo De Origen Coluvial	LADO : L/Derec.
DISEÑO : Megasoilt 0,0264 kl/m ³	



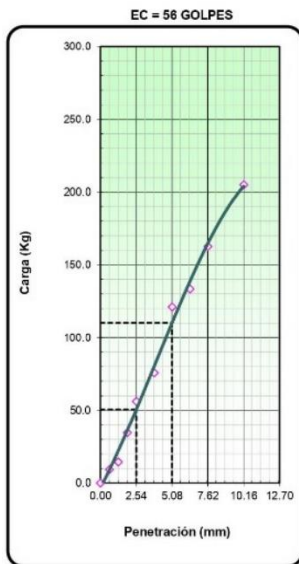
METODO DE COMPACTACION	: ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	: 2.153
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 7.5
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	: 2.045
DENSIDAD INSITU (g/cm3)	:

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	71.8	0.2"	104.2
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	53.6	0.2"	85.4

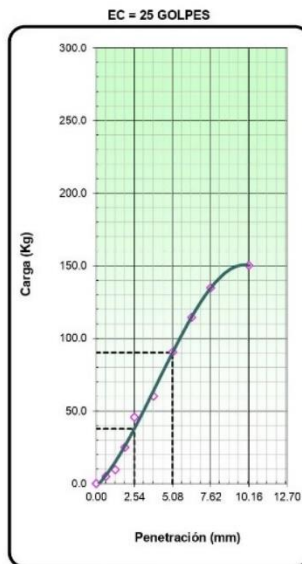
RESULTADOS CBR a 0.1":	=	71.8	(%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	=	53.6	(%)

OBSERVACIONES:

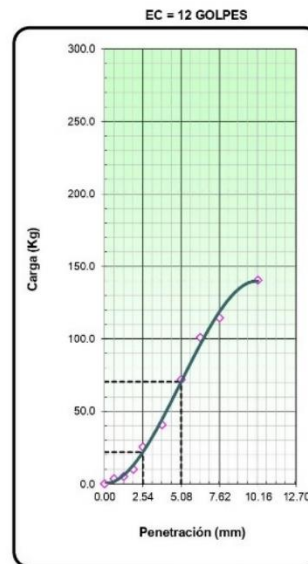
Dosificación:	Aditivo Megasoilt	0,0264	kl/m ³
---------------	-------------------	---------------	-------------------



CBR (0.1")	71.8%
CBR (0.2")	104.2%



CBR (0.1")	53.6%
CBR (0.2")	85.4%



CBR (0.1")	31.1%
CBR (0.2")	66.7%

GECMIN HIDRO AZ

[Signature]
Inga. Félix P. Vera Guevara
DIP 53070

Anexo 38. Megasoilt 0,0297 Kl/m³ - resultados numéricos

	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	
PROYECTO : MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMACION Y EVALUACION DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: MP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO"		Registro N°: 0
UBICACIÓN : TRAMO 01: San Salvador km 00+000 - Irpay km.05+160		Fecha: 01/07/2021

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : CANTERA Km. 00+500	CLASF. (SUCS) : GM
ESTRUCTURA : Base Con Estabilización	CLASF. (AASHTO) : A-2-4(0)
MATERIAL : Suelo De Origen Coluvial	LADO : L/Derec.
DISEÑO : Megasoilt 0,0297 kl/m ³	

	DENSIDAD MAXIMA		2.166		HUMEDAD ÓPTIMA (%)		8.10
Molde N°	11		12		13		
Capas N°	5		5		5		
Golpes por capa N°	56		25		12		
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13548		13112		12278		
Peso de molde (g)	8261		8053		7875		
Peso del suelo húmedo (g)	5287		5059		4403		
Volumen del molde (cm ³)	2249		2278		2113		
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.351		2.221		2.084		
Tara (N°)	4		9		12		
Peso suelo húmedo + tara (g)	131.00		128.00		106.00		
Peso suelo seco + tara (g)	120.80		118.60		98.10		
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00		
Peso de agua (g)	10.20		9.40		7.90		
Peso de suelo seco (g)	120.80		118.60		98.10		
Contenido de humedad (%)	8.44		7.93		8.05		
Densidad seca (g/cm ³)	2.168		2.058		1.928		

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
01/07/2021	10:35	0									
02/07/2021	10:35	24									
03/07/2021	10:35	48									
04/07/2021	10:35	72									
05/07/2021	10:35	96									

NO EXPANSIVO

PENETRACION														
PENETRACION mm in		CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 11				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.635	0.025		225.0	11.1			138.0	6.8			80.0	4.0		
1.270	0.050		312.0	15.5			216.0	10.7			134.0	6.6		
1.905	0.075		724.0	35.9			568.8	28.2			252.0	12.5		
2.540	0.100	70.5	1349.0	66.8	54.5	77.4	1091.0	54.0	42.4	60.1	691.0	34.2	26.4	37.5
3.810	0.150		1672.0	82.8			1312.0	65.0			882.0	43.7		
5.080	0.200	105.7	2154.0	106.7	108.9	103.0	1902.0	94.2	95.8	90.6	1577.0	78.1	76.1	72.0
6.350	0.250		2699.0	133.7			2422.0	120.0			2151.0	106.5		
7.620	0.300		3127.0	154.9			2849.0	141.1			2427.0	120.2		
10.160	0.400		3868.0	191.6			3151.0	156.1			2996.0	148.4		

Observaciones:

.....

GEOMIN HIDRO AZ

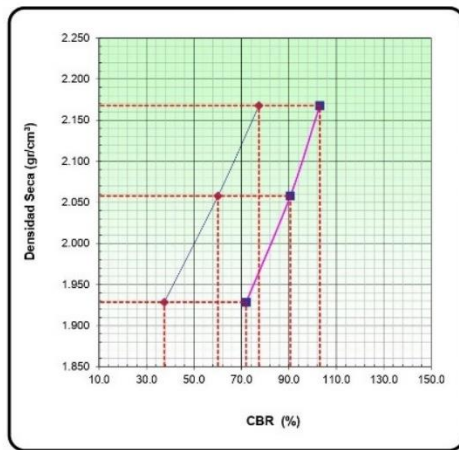
 Inga. Felix P. Vera Guevara
 CIP 53070

Anexo 39. Megasoilt 0,0297 Kl/m3 - resultados gráficos

	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	
PROYECTO :	MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACIÓN DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: MP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO"	0
UBICACIÓN :	TRAMO 01: San Salvador km 00+000 - Irpay km.05+160	01/07/2021

I. Datos Generales

PROCEDENCIA :	CANTERA Km. 00+500	CLASF. (SUCS) :	GM
ESTRUCTURA :	Base Con Estabilización	CLASF. (AASHTO) :	A-2-4(0)
MATERIAL :	Suelo De Origen Coluvial	LADO :	L/Derec.
DISEÑO :	Megasoilt 0,0297 kl/m ³		



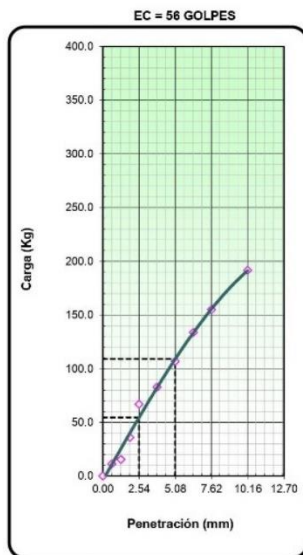
METODO DE COMPACTACION :	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) :	2.153
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	7.5
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) :	2.045
DENSIDAD INSITU (g/cm3) :	

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	77.4	0.2"	103.0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	60.1	0.2"	90.6

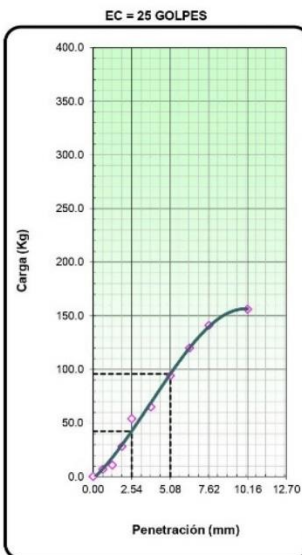
RESULTADOS CBR a 0.1" = 77.4 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 60.1 (%)

OBSERVACIONES:

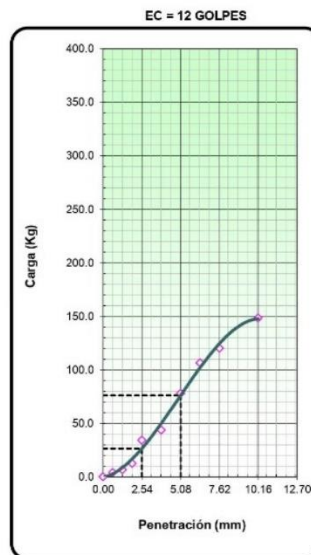
Dosificación: Aditivo Megasoilt 0,0297 kl/m³



CBR (0.1")	77.4%
CBR (0.2")	103.0%



CBR (0.1")	60.1%
CBR (0.2")	90.6%



CBR (0.1")	37.5%
CBR (0.2")	72.0%

GECMIN HIDRO AZ

Inga. Felix P. Vera Guevara
 CIP 53070

Anexo 40. Megasoilt 0,033 Kl/m3 - resultados numéricos

	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	
PROYECTO : MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACION DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: MP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO"	Registro N° : 0	
UBICACIÓN : TRAMO 01: San Salvador km 00+000 - Irpay km.05+160	Fecha : 01/07/2021	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : CANTERA Km. 00+500	CLASF. (SUCS) : GM
ESTRUCTURA : Base Con Estabilización	CLASF. (AASHTO) : A-2-4(0)
MATERIAL : Suelo De Origen Coluvial	LADO : L/Derec.
DISEÑO : Megasoilt 0,033 kl/m ³	

	DENSIDAD MAXIMA		2.166	HUMEDAD ÓPTIMA (%)		8.10
Molde N°	14		15	16		
Capas N°	5		5	5		
Golpes por capa N°	56		25	12		
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12808		12761		12501	
Peso de molde (g)	7875		8014		8085	
Peso del suelo húmedo (g)	4933		4747		4416	
Volumen del molde (cm ³)	2112		2136		2082	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.336		2.222		2.121	
Tara (N°)	0		0	0		
Peso suelo húmedo + tara (g)	131.00		139.00		131.00	
Peso suelo seco + tara (g)	121.40		128.70		121.20	
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00	
Peso de agua (g)	9.60		10.30		9.80	
Peso de suelo seco (g)	121.40		128.70		121.20	
Contenido de humedad (%)	7.91		8.00		8.09	
Densidad seca (g/cm ³)	2.165		2.058		1.962	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
01/07/2021	10:35	0									
02/07/2021	10:35	24									
03/07/2021	10:35	48									
04/07/2021	10:35	72									
05/07/2021	10:35	96									

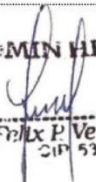
NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 14						MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
		CARGA		CORRECCION		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%		
0.000	0.000	0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0				
0.635	0.025	293.0	14.6			199.0	9.9			127.0	6.3				
1.270	0.050	397.0	19.7			292.0	14.5			195.0	9.7				
1.905	0.075	923.0	45.9			699.0	34.8			394.0	19.6				
2.540	0.100	1423.0	70.8	60.5	85.8	1288.0	64.1	52.9	75.2	759.0	37.7	31.4	44.6		
3.810	0.150	1782.0	88.6			1483.0	73.7			979.0	48.7				
5.080	0.200	105.7	2283.0	113.5	116.6	110.3	2413.0	120.0	109.2	103.3	1693.0	84.2	83.7	79.2	
6.350	0.250		2783.0	138.4			2612.0	129.9			2386.0	118.7			
7.620	0.300		3364.0	167.3			2949.0	146.7			2573.0	128.0			
10.160	0.400		3985.0	198.2			3293.0	163.8			3199.0	159.1			

Observaciones:

.....

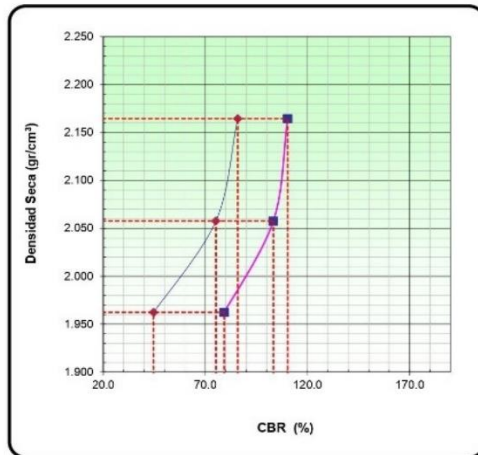
GECMIN HIDRO AZ

 Ing. Felix P. Vera Guevara
 CIP 53070

Anexo 41. Megasoilt 0,033 Kl/m³ - resultados gráficos

	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	
PROYECTO :	MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACIÓN DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: MP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO*	0
UBICACIÓN :	TRAMO 01: San Salvador km 00+000 - Irpay km.05+160	01/07/2021

I. Datos Generales

PROCEDENCIA :	CANTERA Km. 00+500	CLASF. (SUCS) :	GM
ESTRUCTURA :	Base Con Estabilización	CLASF. (AASH) :	A-2-4(0)
MATERIAL :	Suelo De Origen Coluvial	LADO :	L/Derec.
DISEÑO :	Megasoilt 0,033 kl/m ³		



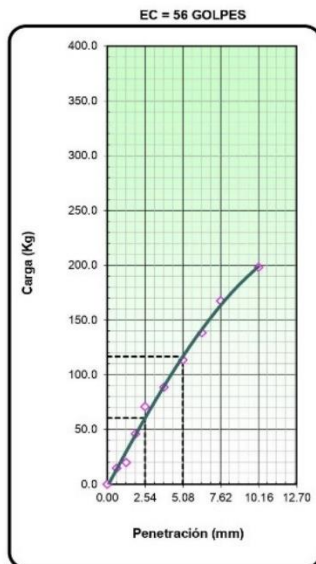
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.153
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.5
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.045
DENSIDAD INSITU (g/cm3) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	85.8	0.2"	110.3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	75.2	0.2"	103.3

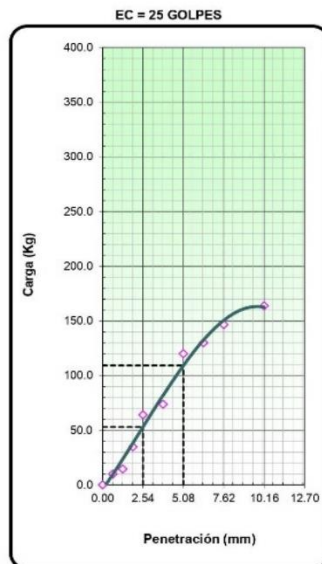
RESULTADOS CBR a 0.1" : = 85.8 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. : = 75.2 (%)

OBSERVACIONES:

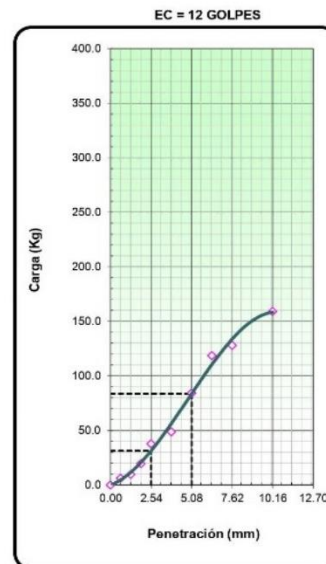
Dosificación: Aditivo Megasoilt 0,033 kl/m³



CBR (0.1")	85.8%
CBR (0.2")	110.3%



CBR (0.1")	75.2%
CBR (0.2")	103.3%



CBR (0.1")	44.6%
CBR (0.2")	79.2%

GEOMIN HIDRO AZ

Ina. Félix P. Vera Guevara
 CIP 53070

Anexo 42. Megasoilt 0,0363 Kl/m3 – resultados numéricos

	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	
PROYECTO : MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACION DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: MP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO"		Registro N°: 0
UBICACIÓN : TRAMO 01: San Salvador km 00+000 - Irpay km.05+160		Fecha: 01/07/2021

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : CANTERA Km. 00+500	CLASF. (SUCS) : GM
ESTRUCTURA : Base Con Estabilización	CLASF. (AASHTO) : A-2-4(0)
MATERIAL : Suelo De Origen Coluvial	LADO : L/Derec.
DISEÑO : Megasoilt 0,0363 kl/m ³	

	DENSIDAD MAXIMA		2.166	HUMEDAD ÓPTIMA (%)		8.10
Molde N°	17		18	19		
Capas N°	5		5	5		
Golpes por capa N°	56		25	12		
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12346		12670		12381	
Peso de molde (g)	6992		7970		7939	
Peso del suelo húmedo (g)	5354		4700		4442	
Volumen del molde (cm ³)	2283		2115		2094	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.345		2.222		2.121	
Tara (N°)	0		0		0	
Peso suelo húmedo + tara (g)	128.00		145.00		134.20	
Peso suelo seco + tara (g)	118.40		134.30		124.30	
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00	
Peso de agua (g)	9.60		10.70		9.90	
Peso de suelo seco (g)	118.40		134.30		124.30	
Contenido de humedad (%)	8.11		7.97		7.96	
Densidad seca (g/cm ³)	2.169		2.058		1.965	

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
01/07/2021	10:35	0									
02/07/2021	10:35	24									
03/07/2021	10:35	48									
04/07/2021	10:35	72									
05/07/2021	10:35	96									
NO EXPANSIVO											

PENETRACION														
PENETRACION mm in		CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 17				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0.0	0.0				0.0	0.0				0.0	0.0
0.635	0.025		342.0	17.0				245.0	12.2				173.0	8.6
1.270	0.050		494.0	24.6				388.0	19.3				296.0	14.7
1.905	0.075		993.0	49.4				801.0	39.8				499.0	24.8
2.540	0.100	70.5	1473.0	73.3	65.2	92.5	1452.0	72.2	60.2	85.5	883.0	43.9	38.4	54.6
3.810	0.150		1894.0	94.2			1693.0	84.2			1215.0	60.4		
5.080	0.200	105.7	2489.0	123.8	124.1	117.4	2594.0	129.0	119.8	113.3	1764.0	87.7	90.7	85.8
6.350	0.250		2943.0	146.4			2802.0	139.3			2489.0	123.8		
7.620	0.300		3573.0	177.7			3174.0	157.8			2688.0	133.7		
10.160	0.400		4317.0	214.7			3334.0	165.8			3268.0	162.5		

Observaciones:

.....

.....

.....

.....

GECOMIN HIDRO AZ



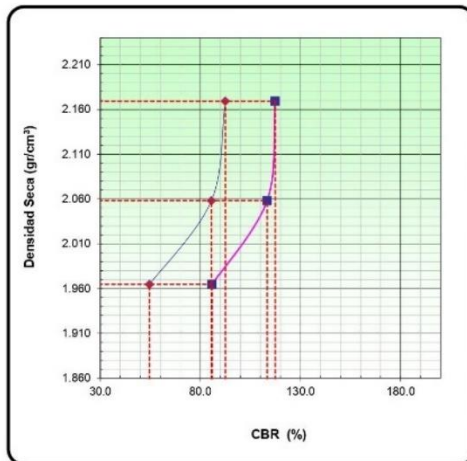
Inga. Félix P. Vera Guevara
DIP 53070

Anexo 43. Megasoilt 0,0363 Kl/m³ - resultados gráficos

	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	
PROYECTO : MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACIÓN DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: MP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO		0
UBICACIÓN : TRAMO 01: San Salvador km 00+000 - Irpay km.05+160		01/07/2021

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : CANTERA Km. 00+500	CLASF. (SUCS) : GM
ESTRUCTURA : Base Con Estabilización	CLASF. (AASHTO) : A-2-4(0)
MATERIAL : Suelo De Origen Coluvial	LADO : L/Derec.
DISEÑO : Megasoilt 0,0363 kl/m ³	



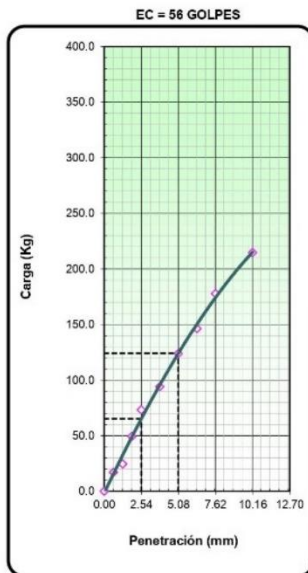
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.153
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.5
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.045
DENSIDAD INSITU (g/cm³) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	92.5	0.2"	117.4
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	85.5	0.2"	113.3

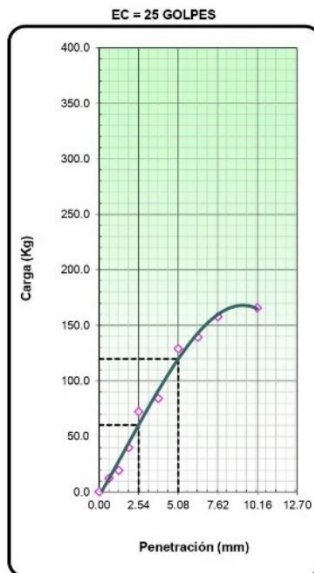
RESULTADOS CBR a 0.1" : = 92.5 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. : = 85.5 (%)

OBSERVACIONES:

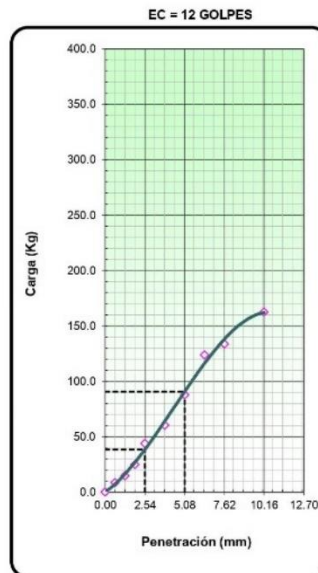
Dosificación: Aditivo Megasoilt **0,0363** kl/m³



CBR (0.1")	92.5%
CBR (0.2")	117.4%



CBR (0.1")	85.5%
CBR (0.2")	113.3%



CBR (0.1")	54.6%
CBR (0.2")	85.8%

GECMIN HIDRO AZ

Ing. Felix P. Vera Guevara
 CIP 53070

Anexo 44. PolyCom 0,016 Kl/m3 - resultados numéricos

	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	
PROYECTO : MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACION DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: MP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO		Registro N°:
UBICACIÓN : TRAMO 01: San Salvador km 00+000 - Irpay km.05+160		Fecha: 01/07/2021

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : CANTERA Km. 00+500	CLASF. (SUCS) : GM
ESTRUCTURA : Base Con Estabilización	CLASF. (AASHTO) : A-2-4(0)
MATERIAL : Suelo De Origen Coluvial	LADO : L/Derec.
DISEÑO : PolyCom 0.016 kl/m ³	

	DENSIDAD MAXIMA		2.160	HUMEDAD ÓPTIMA (%)		8.10
Molde N°	4		5	6		
Capas N°	5		5	5		
Golpes por capa N°	56		25	12		
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13219		11887		12814	
Peso de molde (g)	8176		7177		8323	
Peso del suelo húmedo (g)	5043		4710		4491	
Volumen del molde (cm ³)	2155		2121		2121	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.340		2.221		2.117	
Tara (N°)	5		3		2	
Peso suelo húmedo + tara (g)	187.50		135.30		154.00	
Peso suelo seco + tara (g)	173.50		125.30		142.71	
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00	
Peso de agua (g)	14.00		10.00		11.29	
Peso de suelo seco (g)	173.50		125.30		142.71	
Contenido de humedad (%)	8.07		7.98		7.91	
Densidad seca (g/cm ³)	2.165		2.057		1.962	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
01/07/2021	10:35	0									
02/07/2021	10:35	24									
03/07/2021	10:35	48									
04/07/2021	10:35	72									
05/07/2021	10:35	96									

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N° 4				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	In	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.635	0.025		90.0	4.5			72.0	3.6			46.0	2.3		
1.270	0.050		121.0	6.0			99.0	4.9			72.0	3.6		
1.905	0.075		527.0	26.2			396.0	19.7			178.0	8.9		
2.540	0.100	70.5	1009.0	50.2	41.4	58.8	857.0	42.6	32.5	46.1	424.0	21.1	17.9	25.4
3.810	0.150		1402.0	69.7			1134.0	56.4			711.0	35.4		
5.080	0.200	105.7	2232.0	111.0	105.1	99.5	1656.0	82.4	84.8	80.2	1267.0	63.0	64.1	60.6
6.350	0.250		2513.0	125.0			2164.0	107.6			1894.0	94.2		
7.620	0.300		3132.0	155.8			2685.0	133.5			2178.0	108.3		
10.160	0.400		2963.0	147.3			2894.0	143.9			2623.0	130.4		

Observaciones:

.....

GECMIN HIDRO AZ

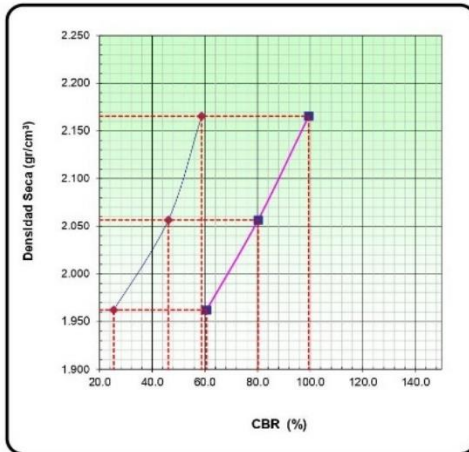
 Ing. Felix P. Vera Guevara
 CIP 53070

Anexo 45. PolyCom 0,016 Kl/m3 - resultados gráficos

	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	
PROYECTO : MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACIÓN DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: MP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO"		Registro N°: 0
UBICACIÓN : TRAMO 01: San Salvador km 00+000 - Irpay km.05+160	Fecha: 01/07/2021	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : CANTERA Km. 00+500 ESTRUCTURA : Base Con Estabilización MATERIAL : Suelo De Origen Coluvial DISEÑO : PolyCom 0.016 kl/m³	CLASF. (SUCS) : GM CLASF. (AASH) : A-2-4(0) LADO : L/Derec.
---	--



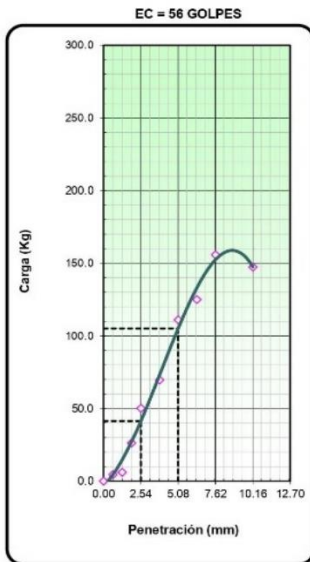
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.180
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.5
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.052
DENSIDAD INSITU (g/cm3) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	58.8	0.2"	99.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	46.1	0.2"	80.2

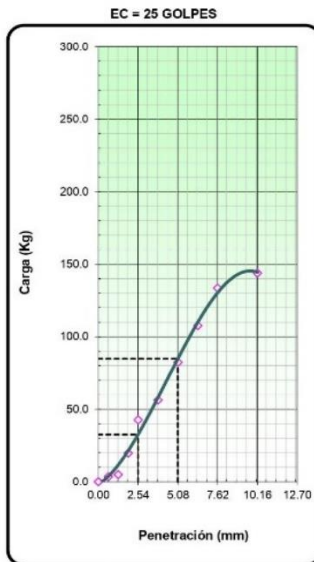
RESULTADOS CBR a 0.1": = 58.8 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 46.1 (%)

OBSERVACIONES:

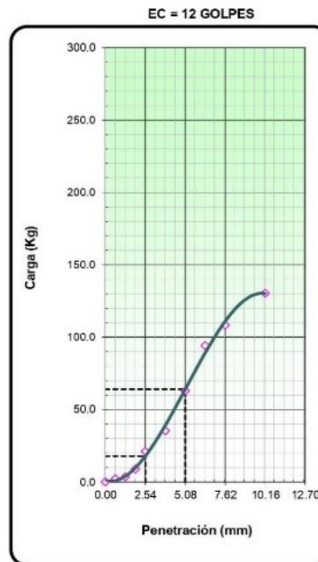
Dosificación: Aditivo PolyCom 0.016 kl/m³



CBR (0.1")	58.8%
CBR (0.2")	99.5%



CBR (0.1")	46.1%
CBR (0.2")	80.2%





CBR (0.1")	25.4%
CBR (0.2")	60.6%

GECMIN HIDRO AZ

Ing. Felix P. Vera Guevara
 CIP 53070

Anexo 46. PolyCom 0,018 Kl/m3 - resultados numéricos gráficos

	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	
PROYECTO : MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMANDO Y EVALUACION DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: MP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO ¹		Registro N°: 0
UBICACIÓN : TRAMO 01: San Salvador km 00+000 - Irpay km.05+160		Fecha: 01/07/2021

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : CANTERA Km. 00+500 ESTRUCTURA : Base Con Estabilización MATERIAL : Suelo De Origen Coluvial DISEÑO : PolyCom 0.018 kl/m ³	CLASF. (SUCS) : GM CLASF. (AASHTO) : A-2-4(0) LADO : L/Derec.
---	--

	DENSIDAD MAXIMA		HUMEDAD ÓPTIMA (%)	
	1	2.166	17	8.10
Molde N°	1		17	18
Capas N°	5		5	5
Golpes por capa N°	56		25	12
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12818		12062	12458
Peso de molde (g)	7901		6992	7970
Peso del suelo húmedo (g)	4917		5070	4488
Volumen del molde (cm ³)	2090		2283	2115
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.353		2.221	2.122
Tara (N°)	4		9	12
Peso suelo húmedo + tara (g)	131.90		128.70	111.50
Peso suelo seco + tara (g)	121.30		119.40	103.10
Peso de tara (g)	0.00		0.00	0.00
Peso de agua (g)	10.60		9.30	8.40
Peso de suelo seco (g)	121.30		119.40	103.10
Contenido de humedad (%)	8.74		7.79	8.15
Densidad seca (g/cm ³)	2.164		2.060	1.962

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
01/07/2021	10:35	0									
02/07/2021	10:35	24									
03/07/2021	10:35	48									
04/07/2021	10:35	72									
05/07/2021	10:35	96									

PENETRACION

PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N° 1				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	in	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.635	0.025		168.0	8.3			100.0	5.0			75.0	3.7		
1.270	0.050		211.0	10.5			189.0	9.4			99.0	4.9		
1.905	0.075		521.0	25.8			501.0	24.8			200.0	9.9		
2.540	0.100	70.5	1001.0	49.6	45.4	64.4	893.0	44.2	37.3	52.9	498.0	24.7	21.9	31.0
3.810	0.150		1353.0	67.0			1223.0	60.6			802.0	39.7		
5.080	0.200	105.7	1942.0	96.2	87.0	82.3	1812.0	89.8	89.7	84.9	1486.0	73.6	73.0	69.1
6.350	0.250		2421.0	119.9			2312.0	114.5			2285.0	113.2		
7.620	0.300		2142.0	106.1			2703.0	133.9			2253.0	111.6		
10.160	0.400		3623.0	179.5			3018.0	149.5			2845.0	140.9		

Observaciones:

.....

.....

.....

.....

.....

GECMIN HIDRO AZ

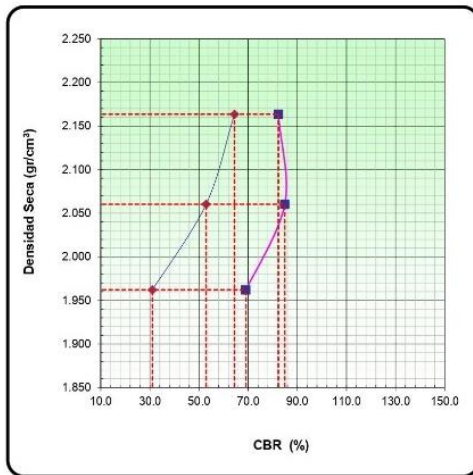
Inga. Felix P. Vera Guevara
DIP 53070

Anexo 47. PolyCom 0,018 Kl/m3 – resultados gráficos

	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	
PROYECTO : "MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACIÓN DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: MP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO"		Registro N°: 0
UBICACIÓN : TRAMO 01: San Salvador km 00+000 - Irpay km.05+160	Fecha: 01/07/2021	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : CANTERA Km. 00+500 ESTRUCTURA : Base Con Estabilización MATERIAL : Suelo De Origen Coluvial DISEÑO : PolyCom 0.018 kl/m ³	CLASF. (SUCS) : GM CLASF. (AASHTO) : A-2-4(0) LADO : L/Derec.
---	--



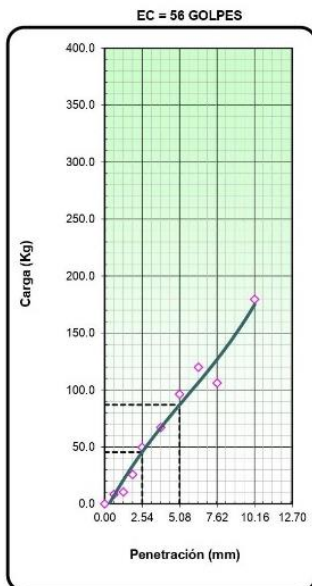
METODO DE COMPACTACION	: ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.160
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 7.5
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.052
DENSIDAD INSITU (g/cm³)	:

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	64.4	0.2"	82.3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	52.9	0.2"	84.9

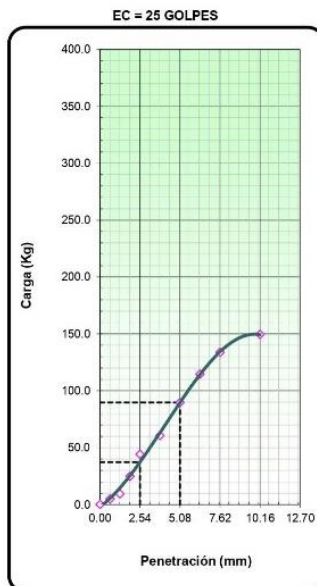
RESULTADOS CBR a 0.1"	=	64.4	(%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	=	52.9	(%)

OBSERVACIONES:

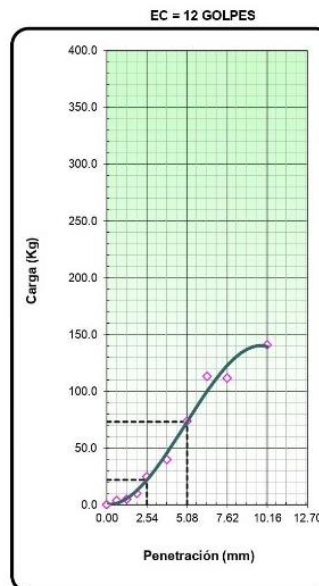
Dosificacion: Aditivo PolyCom 0.018 kl/m³



CBR (0.1")	64.4%
CBR (0.2")	82.3%



CBR (0.1")	52.9%
CBR (0.2")	84.9%



CBR (0.1")	310%
CBR (0.2")	69.7%

GECMIN HIDRO AZ

Inga. Felix P. Vera Guevara
DIP 53070

Anexo 48. PolyCom 0,02 Kl/m3 - resultados numéricos

	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	
PROYECTO : MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACION DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: MP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO"	Registro N°: 0	
UBICACIÓN : TRAMO 01: San Salvador km 00+000 - Irpay km.05+160	Fecha: 01/07/2021	

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : CANTERA Km. 00+500	CLASF. (SUCS) : GM
ESTRUCTURA : Base Con Estabilización	CLASF. (AASHTO) : A-2-4(0)
MATERIAL : Suelo De Origen Coluvial	LADO : L/Derec.
DISEÑO : PolyCom 0.02 kl/m ³	

	DENSIDAD MAXIMA		2.166		HUMEDAD ÓPTIMA (%)		8.10	
Molde N°	14		15		16		16	
Capas N°	5		5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12808		12761		12501			
Peso de molde (g)	7875		8014		8085			
Peso del suelo húmedo (g)	4933		4747		4416			
Volumen del molde (cm ³)	2112		2136		2082			
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.336		2.222		2.121			
Tara (N°)	0		0		0			
Peso suelo húmedo + tara (g)	123.62		139.00		131.00			
Peso suelo seco + tara (g)	114.48		128.70		121.20			
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00			
Peso de agua (g)	9.14		10.30		9.80			
Peso de suelo seco (g)	114.48		128.70		121.20			
Contenido de humedad (%)	7.98		8.00		8.09			
Densidad seca (g/cm ³)	2.163		2.058		1.962			

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
01/07/2021	10:35	0									
02/07/2021	10:35	24									
03/07/2021	10:35	48									
04/07/2021	10:35	72									
05/07/2021	10:35	96									

PENETRACION

PENETRACION mm in		CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 14				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6						
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION				
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%			
0.000	0.000		0.0	0.0				0.0	0.0					0.0	0.0		
0.635	0.025		286.0	14.2				187.0	9.3					85.0	4.2		
1.270	0.050		391.0	19.4				293.0	14.6					199.0	9.9		
1.905	0.075		797.0	39.6				602.0	29.9					282.0	14.0		
2.540	0.100	70.5	1229.0	61.1	56.0	79.5	1021.0	50.8	43.1	61.2	593.0	29.5	26.5	37.6			
3.810	0.150		1622.0	80.7			1312.0	65.2			919.0	45.7					
5.080	0.200	105.7	2532.0	125.9	115.5	109.2	1921.0	95.5	95.6	90.5	1546.0	76.9	75.7	71.6			
6.350	0.250		2783.0	138.4			2402.0	119.4			2131.0	106.0					
7.620	0.300		3369.0	167.5			2811.0	139.8			2401.0	119.4					
10.160	0.400		4223.0	210.0			3121.0	155.2			2926.0	145.5					

Observaciones:

.....

.....

.....

.....

GEOMIN HIDRO AZ

[Firma]

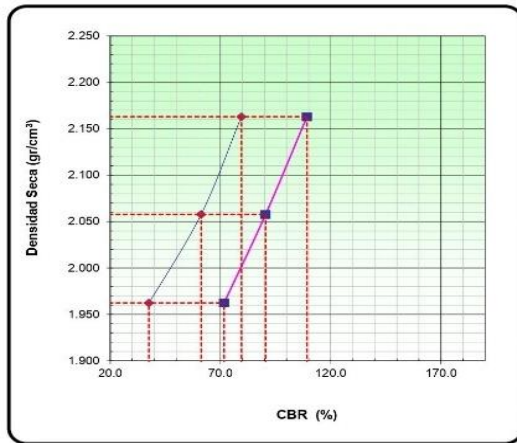
Ina. Félix P. Vera Guevara
DNI 53070

Anexo 49. PolyCom 0,02 Kl/m3 - resultados gráficos

	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	
PROYECTO :	MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACIÓN DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: MP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO*	Registro N°: 0
UBICACIÓN :	TRAMO 01: San Salvador km 00+000 - Irpay km.05+160	Fecha: 01/07/2021

I. Datos Generales

PROCEDENCIA :	CANTERA Km. 00+500	CLASF. (SUCS) :	GM
ESTRUCTURA :	Base Con Estabilización	CLASF. (AASH) :	A-2-4(0)
MATERIAL :	Suelo De Origen Coluvial	LADO :	L/Derec.
DISEÑO :	PolyCom 0.02 kl/m³		



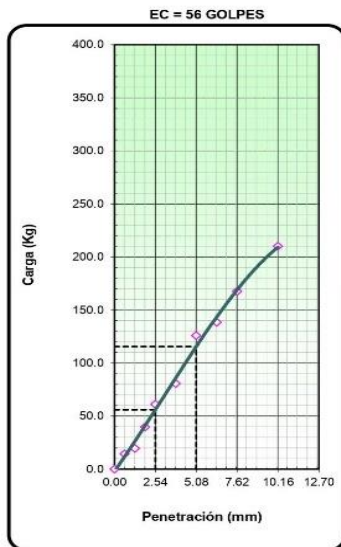
METODO DE COMPACTACION	:	ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	:	2.160
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	7.5
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	:	2.052
DENSIDAD INSITU (g/cm3)	:	

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	79.5	0.2"	109.2
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	61.2	0.2"	90.5

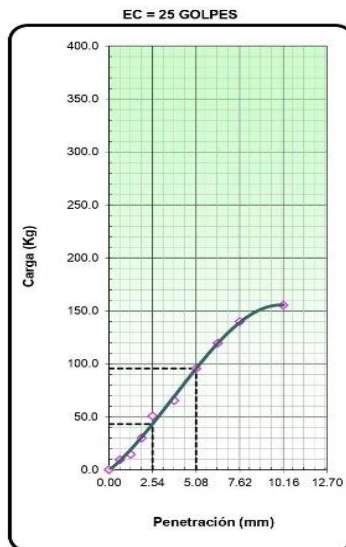
RESULTADOS CBR a 0.1": = 79.5 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 61.2 (%)

OBSERVACIONES:

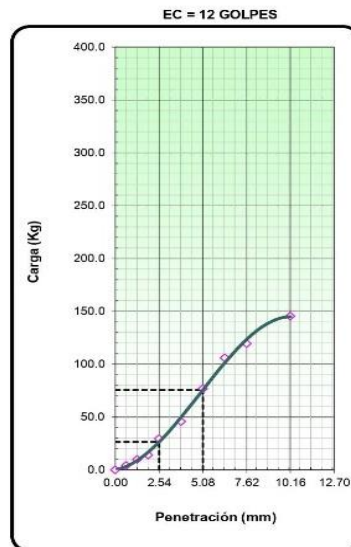
Dosificación: Aditivo PolyCom 0.02 kl/m³



CBR (0.1")	79.8%
CBR (0.2")	109.2%



CBR (0.1")	61.2%
CBR (0.2")	90.5%



CBR (0.1")	37.6%
CBR (0.2")	71.6%

GEOMIN HIDRO AZ

Ina. Félix P. Vera Guevara
 CIP 53070

Anexo 50. PolyCom 0,022 Kl/m3 - resultados numéricos

	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	
PROYECTO : MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACION DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: MP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO"		Registro N°: 0
UBICACIÓN : TRAMO 01: San Salvador km 00+000 - Irpay km.05+160		Fecha: 01/07/2021

I. Datos Generales

PROCEDENCIA : CANTERA Km. 00+500 ESTRUCTURA : Base Con Estabilización MATERIAL : Suelo De Origen Coluvial DISEÑO : PolyCom 0.022 kl/m³	CLASF. (SUCS) : GM CLASF. (AASHTO) : A-2-4(0) LADO : L/Derec.
---	--

	DENSIDAD MAXIMA		2.166	HUMEDAD ÓPTIMA (%)		8.10
Molde N°	17		18	19		
Capas N°	5		5	5		
Golpes por capa N°	56		25	12		
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12346		12670		12381	
Peso de molde (g)	6992		7970		7939	
Peso del suelo húmedo (g)	5354		4700		4442	
Volumen del molde (cm³)	2283		2115		2094	
Densidad húmeda (g/cm³)	2.345		2.222		2.121	
Tara (N°)	0		0		0	
Peso suelo húmedo + tara (g)	134.11		133.84		134.20	
Peso suelo seco + tara (g)	123.61		124.29		124.30	
Peso de tara (g)	0.00		0.00		0.00	
Peso de agua (g)	10.50		9.55		9.90	
Peso de suelo seco (g)	123.61		124.29		124.30	
Contenido de humedad (%)	8.49		7.68		7.96	
Densidad seca (g/cm³)	2.162		2.064		1.965	

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
01/07/2021	10:35	0									
02/07/2021	10:35	24									
03/07/2021	10:35	48									
04/07/2021	10:35	72									
05/07/2021	10:35	96									

NO EXPANSIVO

PENETRACION																
PENETRACION mm in		CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 17				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6					
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION			
			Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%		
0.000	0.000		0.0	0.0				0.0	0.0				0.0	0.0		
0.635	0.025		394.0	19.6				165.0	8.2				100.1	5.0		
1.270	0.050		624.0	31.0				406.0	20.2				292.7	14.6		
1.905	0.075		986.0	49.0				824.0	41.0				500.2	24.9		
2.540	0.100	70.5	1769.0	88.0	76.3	108.3		1495.0	74.3	60.9	86.4		800.1	39.8	34.8	49.4
3.810	0.150		2274.0	113.1				1804.0	89.7				1061.1	52.8		
5.080	0.200	105.7	2849.0	141.7	141.2	133.6		2464.0	122.5	121.6	115.1		1637.1	81.4	83.8	79.3
6.350	0.250		3265.0	162.4				2899.0	144.2				2321.4	115.4		
7.620	0.300		3846.0	191.3				3453.0	171.7				2618.3	130.2		
10.160	0.400		4397.0	218.7				3999.0	198.9				3373.0	167.7		

Observaciones:


.....

.....

.....

.....

GECMIN HIDRO AZ

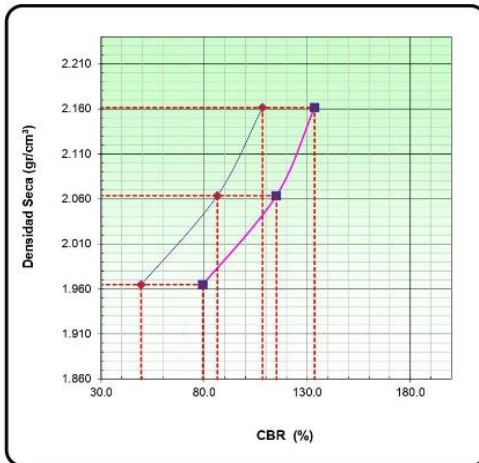

 Inga. Fr/Lx P. Vera Guevara
 CIP 53070

Anexo 51. PolyCom 0,022 Kl/m3 - resultados gráficos

	RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA - C.B.R. (ASTM D 1883 - MTC E 132)	
PROYECTO :	MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMACION Y EVALUACION DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: MP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO	Registro N°: 0
UBICACION :	TRAMO 01: San Salvador km 00+000 - Irpay km.05+160	Fecha: 01/07/2021

I. Datos Generales

PROCEDENCIA :	CANTERA Km. 00+500	CLASF. (SUCS) :	GM
ESTRUCTURA :	Base Con Estabilización	CLASF. (AASHTO) :	A-2-4(0)
MATERIAL :	Suelo De Origen Coluvial	LADO :	L/Derec.
DISEÑO :	PolyCom 0.022 kl/m³		



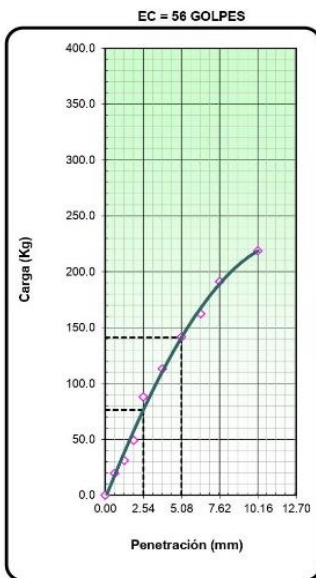
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.160
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.5
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.052
DENSIDAD INSITU (g/cm³) :

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	108.3	0.2"	133.6
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	86.4	0.2"	115.1

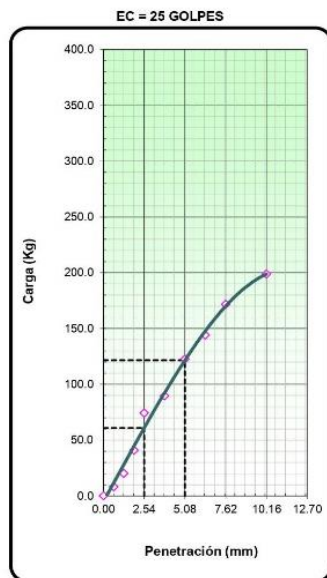
RESULTADOS CBR a 0.1" : = 108.3 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. : = 86.4 (%)

OBSERVACIONES:

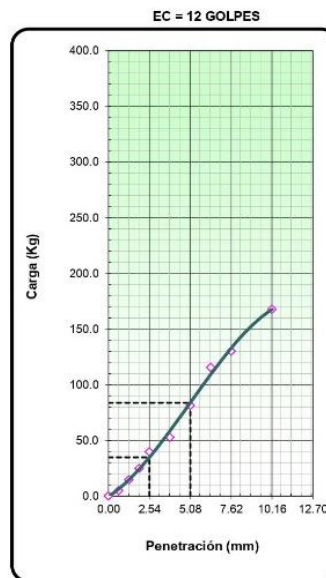
Dosificacion: Aditivo PolyCom 0.022 kl/m³



CBR (0.1")	88.3%
CBR (0.2")	133.6%



CBR (0.1")	86.4%
CBR (0.2")	115.1%




CBR (0.1")	49.4%
CBR (0.2")	79.3%

GECMIN HIDRO AZ

Inq. Felix P. Vera Guevara
 DTP 53070

Anexo 52. Cantera C-01 – resumen de ensayos con Aceite Sulfonado

	GECMIN	REALIZADO POR: S. Q. F.
	<i>Laboratorio de Mecánica de Suelos, Materiales y Pavimentos</i>	REVIZADO POR: L. A. A.
Proyecto	MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACIÓN DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO: MP-PE-28B (SAN SALVADOR KM 0100 - IRPAY KM 51160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO	
Ubicación	: San Salvador – Irpay	
Solicitante	: RENZO GUTIÉRREZ ORCOTOMA Y JAVIER EDUARDO CRUZ BEJAR	
Fecha	: Junio del 2021	
Muestra	Km. : 00+500	Lado : Derecha

RESUMEN DE ENSAYOS DE CANTERAS ACEITE SULFONADO

TRAMO	CANTERA	Aceite Sulfonado											
		0.19 lt/m ³			0.21 lt/m ³			0.23 lt/m ³			0.25 lt/m ³		
		80%		1.00%	90%		1.50%	100%		2.00%	110%		2.50%
		Mas Cemento		Mas Cemento		Mas Cemento		Mas Cemento		Mas Cemento		Mas Cemento	
		95	100	95	100	95	100	95	100	95	100	95	100
: San Salvador – Irpay	C-01-I	58.40		67.90	82.80		101.70	106.60		121.50	130.50		137.90

CANTERA	PROGRESIVA	ADITIVO	Cemento (%)	CBR al 0.1" al 100%	CBR al 0.1" al 95%	Max. Densidad seca	Humedad Óptima
C-01-I	001/500	Aceite Sulfonado	1.0	67.90	58.40	2.11 gr/cm ³	8.58%
			1.5	101.70	82.80		
			2.0	121.50	106.60		
			2.5	137.90	130.50		



Especificación Mínima 100 %

Aditivo	% de CBR Óptimo	100.00
Aceite Sulfonado (0.19, 0.21, 0.23 y 0.25 lt/m ³) +	Cemento (%)	1.81
Cemento (1, 1.5, 2, y 2.5 %)	Aceite Sulfonado lt/m ³	0.18

GECMIN HIDRO AZ


 Inga. Félix E. Vera Guevara
 CIP 53070

Anexo 53. Cantera C-01 – resumen de ensayos con Megasoil

	GECMIN	REALIZADO POR: S. Q. F.
	<i>Laboratorio de Mecánica de Suelos, Materiales y Pavimentos</i>	REVIZADO POR: L. A. A.
Proyecto	: "MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACIÓN DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO- MP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0-00 - IRPAY KM 5-160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO"	
Ubicación	: San Salvador – Irpay	
Solicitante	: RENZO GUTIÉRREZ ORCOTOMA Y JAVIER EDUARDO CRUZ BEJAR	
Fecha	: Junio del 2020	
Muestra	: Cantera : C-01	Km. : 00+500 Lado : Derecha

RESUMEN DE ENSAYOS DE CANTERAS MEGASOIL

TRAMO	CANTERA	Megasoil							
		0.0264 kg/m ³		0.0297 kg/m ³		0.0330 kg/m ³		0.0363 kg/m ³	
		80%		90%		100%		110%	
		95	100	95	100	95	100	95	100
(Aeropuerto Kiteni – Alto Kiteni)	: Cantera :C-01	53.60	71.80	60.10	77.40	75.20	85.80	85.50	92.50

CANTERA	%	PROGRESIVA	ADITIVO	Megasoil kl/m ³	CBR al 0.1" al 100%	CBR al 0.1" al 95%	Max. Densidad seca	Humedad Óptima
: Cantera :C-01	80	00+500	Megasoil	0.0264	72	53.60	2.12 gr/cm ³	8.58%
	90			0.0297	77	60.10		
	100			0.0330	86	75.20		
	110			0.0363	93	85.50		
						Humedad Natural	11.2	




Especificación Mínima 100 %		
Aditivo	% de CBR Óptimo	100.00
Megasoil (0.0264, 0.0297, 0.0330 y 0.0363 kg/m ³)	Megasoil kl/m ³ Óptimo	0.039

GECMIN HIDRO AZ

Inga. Félix P. Vera Guevara
 D.N. 53070

Anexo 54. Cantera C-01 – resumen de ensayos con PolyCom

	GECOMIN	REALIZADO POR: S. Q. F.
	<i>Laboratorio de Mecánica de Suelos, Materiales y Pavimentos</i>	REVIZADO POR: L. A. A.
Proyecto	: MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO Y EVALUACIÓN DE ESTABILIZANTE PARA EL CAMINO VECINAL TRAMO. MP. PE-28B (SAN SALVADOR KM 0+00 - IRPAY KM 5+160), DISTRITO DE SAN SALVADOR -PROVINCIA DE CALCA, REGION CUSCO'	
Ubicación	: San Salvador - Irpay	
Solicitante	: RENZO GUTIÉRREZ ORCOTOMA Y JAVIER EDUARDO CRUZ BEJAR	
Fecha	: Junio del 2020	
Muestra	: Cantera : C-01	Km. : 00+500 Lado : Derecha

RESUMEN DE ENSAYOS DE CANTERAS POLYCOM

TRAMO	CANTERA	PolyCom							
		0.016 kg/m³		0.018 kg/m³		0.020 kg/m³		0.022 kg/m³	
		80%		90%		100%		110%	
		95	100	95	100	95	100	95	100
: San Salvador - Irpay	: Cantera : C-01	46.10	58.80	52.90	64.40	61.20	79.50	86.40	108.30

CANTERA	%	PROGRESIVA	ADITIVO	PolyCom kg/m³	CBR al 0.1" al 100%	CBR al 0.1" al 95%	Max. Densidad seca	Humedad Óptima
: Cantera : C-01	80	00+500	PolyCom	0.016	59	46.10	2.10 gr/cm³	8.58%
	90			0.018	64	52.90		
	100			0.020	80	61.20		
	110			0.022	108	86.40	Humedad Natural	11.2



Especificación Mínima 100 %		
Aditivo	% de CBR Óptimo	100.00
Megasoilt (0.016, 0.018, 0.020 y 0.022 kl/m³)	Megasoilt kl/m³ Óptimo	0.020

GECOMIN HIDRO AZ

Ina. Fátima Vera Guevara
 CIP 53070

Anexo 55. Ficha técnica del aditivo Proes



FICHA TÉCNICA Aditivo Líquido Proes100



i. Tecnología PROES

El proceso PROES® de estabilización química de suelos (patentado) trata el suelo natural transformándolo en una base impermeable, resistente (CBR > 100%) y flexible.

Este proceso ocupa:

- El suelo natural con plasticidad
- El Aditivo Líquido Proes100, que actúa por ionización y ordena las partículas del suelo.
- Aditivo sólido que sirve como aglomerante.

La base generada con Proes100 es eficiente en aportar capacidad estructural al camino. Debe combinarse con una carpeta de rodado que aporte protección adicional a la abrasión producida por el tráfico y cumplir el estándar de operación esperado.

ii. Consideraciones de uso.

- Se deben asegurar condiciones composición adecuada en el suelo a tratar de acuerdo a estudios y especificaciones de PROES.
- Al suelo a tratar se debe agregar un aditivo sólido, el cuál consiste en un *filler* aglomerante que se define para cada proyecto y se gestiona localmente.
- El aditivo líquido Proes100 se agrega al suelo en dosis de 0,25 a 0,35 lt/m³ de suelo estabilizado compactado. La aplicación se realiza utilizando un camión aljibe, donde se diluye el aditivo Proes100 en agua (al menos 1:50) previo a su aplicación. Antes de usar el aditivo líquido, este debe ser agitado, con mayor intensidad si ha estado almacenado por un período prolongado.
- El proceso contempla revolver y extender el suelo tratado con motoniveladora o recicladora, y luego el compactado con rodillo vibratorio.

iii. Condiciones de transporte del aditivo líquido

Envase : Estanque HDPE anillado de 55 galones (aprox. 210 litros), sellado, diámetro 595 mm, altura 888 mm (ver ilustración adjunta).

Transporte : los estanques se movilizan en pallets certificados de 1.000mm x 1.200mm.



iv. Condiciones químicas del aditivo líquido

División de riesgo : Clase 8 - Líquido Corrosivo

Código UN : NU 3265

Estado físico : líquido de color oscuro y apariencia oleosa

Peso específico : 1,3

pH : 1,0 a 1,5 en aplicación según dilución.

Estabilidad : producto estable a temperatura ambiente, mantener bajo 100°C

Fecha de caducidad : no tiene

Anexo 56. Ficha técnica del aditivo Megasoil



MEGASOIL®
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

NOMBRE COMERCIAL	: Megasoil®
FABRICANTE DISTRIBUIDOR	: Bitúmenes del Perú S.A.C. (Bituper S.A.C.).
USO	: Estabilizador de suelos
RANGO DE APLICACIÓN	: De uso en suelos tanto plásticos como no-plásticos. Se puede aplicar a suelos naturales, desde gravas limpias hasta suelos orgánicos altamente expansivos.
DESCRIPCIÓN GENERAL	: Polímero en polvo seco soluble en agua, envasado en botellas de plástico con contenido neto de 2 kg.
PROPIEDADES FÍSICAS	:
Consistencia	: Polvo granulado concentrado.
Color	: Verde claro.
Olor	: Sin olor u olor leve.
Gravedad específica	: de 0,8 a 1.
pH	: En solución presenta pH neutro.
CARACTERÍSTICAS MEDIOAMBIENTALES	: No tóxico, químicamente inerte, no inflamable. Producto no peligroso.
COMPORTAMIENTO	: Ligante no-iónico en su estado sólido y iónico en solución con las sales propias del agua de compactación y suelos. Aglomera y cohesiona las partículas del suelo confiriéndole al mismo una mayor resistencia. Se mantiene estable a través de ciclos secos y húmedos. Reduce el deterioro de la plataforma y la base, sub base y sub rasantes de las vías.
EFECTO	: Aumenta la capacidad del soporte del suelo (CBR), reduce la plasticidad y permeabilidad, incrementa ligeramente la densidad y reduce la expansión por humedad.
RENDIMIENTO	: Se estabilizan 25 m ³ de material suelto seco con 1 kg de estabilizador (una botella plástica de 2 kg)

estabiliza 50 m³ de suelo suelto seco).

MODO DE EMPLEO : Consultar información adicional publicada por el distribuidor.

PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO EN LABORATORIO
Consultar la publicación "Procedimiento de laboratorio para el uso del estabilizador químico Megasoil[®]".

DATOS DE SEGURIDAD
Consultar "Ficha de datos de seguridad (FDS-BP-MEGASOIL) publicada por el distribuidor.

VENCIMIENTO
No presenta vencimiento si se mantiene herméticamente cerrado y sin exposición directa de los rayos del sol.

Anexo 57. Ficha tecnica del aditivo Polycom.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ITEM	DESCRIPCION	U.M.
1	POLIMERO EN POLVO SECO SOLUBLE EN AGUA (WDPP) X 2 KG	BOTELLA

I. DESCRIPCION

1.1. Características técnicas:

- ✓ Aplicable en suelos de muy baja calidad.
- ✓ Presenta un rendimiento de 50 m³ de suelo a tratar por cada botella de 2 kilos c/u.
- ✓ Aplicable para sub-rasantes, sub-base y base granular como también para caminos en afirmado
- ✓ Tiene un rango de usos para carreteras de penetración de bajo volumen de tránsito, carreteras nacionales de tráfico intenso, accesos de tránsito pesado y calles y avenidas
- ✓ Mejora los subsuelos de baja resistencia <4 CBR
- ✓ Incrementa la densidad del suelo.
- ✓ Incrementa la capacidad de soporte del suelo.
- ✓ El suelo se densifica a un menor contenido de humedad.
- ✓ Incrementa la resistencia al agua
- ✓ Aumento de CBR.

1.2. Comportamiento

- ✓ Ligante Aniónico que produce una alta densidad y que se mantiene estable a través de ciclos húmedos y secos
- ✓ Reducción de la deterioración de la plataforma y la base de rodadura de los caminos.

1.3. Consistencia

- ✓ Polvo granulado concentrado.

1.4. Rango

- ✓ Rango de tipos de suelos naturales desde suelos compuestos por gravas limpias hasta suelos orgánicos altamente expansivos, buen desempeño con diferentes rangos de plasticidad. Suelos de tipo A1, A2, A3, A4, A5, A6 y A7

1.5. Características Ambientales

- ✓ Ecológico
- ✓ No tóxico
- ✓ Biodegradable.
- ✓ No inflamable.
- ✓ Es químicamente inerte
- ✓ Producto no peligroso

1.6. Propiedades a 25 °C

- ✓ PH = 6.9 (5000 : 1) no es ácido ni alcalino
- ✓ Gravedad Específica = 0.8
- ✓ Olor = Olor Leve

II. VENTAJAS

- ✓ La estabilización con PolyCom ofrece mayor resistencia (mayor CBR).
- ✓ Una mayor resistencia y flexibilidad - Alto grado de resistencia al agua - saneamiento y/o remediación de suelos dispersivos y arcillas reactivas - mejora la manejabilidad de los suelos.
- ✓ El material tratado puede ser almacenado por periodos prolongados.
- ✓ Ninguna planta o equipo especial es requerido.
- ✓ La instalación del producto es hecha competentemente con equipos estandarizados de estabilización.
- ✓ Aumenta la densidad del terreno, evitando los vacíos dentro de la estructura estabilizada.
- ✓ Buen comportamiento estructural con los ligantes si se plantean recubrimientos con capas asfálticas.
- ✓ Mínimo costo de transporte
- ✓ Es reciclable una vez que la vida útil de la carretera estabilizada termina.
- ✓ 30%-50% ahorro de agua
- ✓ No existe agrietamiento por fatiga ni por ahuellamiento en la subrasante.

III. NORMATIVIDAD

- ✓ Cumple con las Normas Técnicas MTC E1109-2004 acerca de Estabilizadores Químicos de suelos.
- ✓ Presenta Certificado de no toxicidad del producto.
- ✓ Aumento de CBR que se logrará con el producto, se puede comprobar en Obra o laboratorio.
- ✓ El costo de traslado de los bienes generalmente son asumidos íntegramente por el proveedor a Almacén de Obra.
- ✓ Los bienes generalmente se entregan en el plazo de 02 día calendario después de obtener una Orden de Compra.

IV. FORMA DE ENTREGA:

La entrega de aditivo estabilizador de suelo es en Botellas de 2kg cada una, en buenas condiciones aptas para la realización de las partidas en la que se empleará.

El producto no presentara fallas de fabricación, en caso contrario, este será reemplazado, sin perjuicio o gastos adicionales al proyecto.

Lugar de Entrega: Donde el Cliente lo solicite.

FINALIDAD DE LA COMPRA: La adquisición de los bienes, son para cumplir con las metas propuestas por el cliente.

Anexo 58. Certificado de calibración de Prensa CBR con celda de Carga



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 652-063-2020

Página 1 de 3

Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2020/08/10
Solicitante LENIN AZARTE ATAHUA
Instrumento de medición PRESNA CBR CON CELDA DE CARGA
Identificación 652-063-2020
Marca Prensa ARSOU
Modelo PR401
Serie 202044
Celda de Carga TIPO S
Modelo NO INDICA
Indicador ANYLOAD
Modelo DD-KC1
Serie 1718001166
Procedencia USA
Lugar de calibración Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

Fecha de calibración 2020/08/12

Método/Procedimiento de calibración

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines", Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

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

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

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

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



ARSOU GROUP S.A.C.

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

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



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga de 5 TN	MT-LF-263-2019 con trazabilidad INF-LE 030-19B.

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 18,4 °c	Final: 18,9 °c
Humedad Relativa	Inicial: 87 %hr	Final: 87 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

TABLA N° 01

CALIBRACION DE CELDA DE CARGA

SISTEMA DIGITAL "A" Kg	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (Kg)				PROMEDIO "B" Kg	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) Kg	SERIE (2) Kg	ERROR %	ERROR (2) %			
500	499.8	499.3	-0.04	-0.14	499.6	-0.09	0.07
1000	999.4	999.5	-0.06	-0.05	999.5	-0.05	0.01
1500	1499.6	1499.8	-0.03	-0.01	1499.7	-0.02	0.01
2000	2000.9	2000.8	0.05	0.04	2000.9	0.04	0.00
2500	2500.2	2500.5	0.01	0.02	2500.4	0.01	0.01
3000	3000.2	3000.8	0.01	0.03	3000.5	0.02	0.01
3500	3500.9	3500.5	0.03	0.01	3500.7	0.02	0.01
4000	4000.8	4000.2	0.02	0.00	4000.5	0.01	0.01

NOTAS SOBRE CALIBRACION

1. - La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
2. - Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$ $Rp = Error(2) - Error(1)$
3. - La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %



ARSOU GROUP S.A.C.

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

ARSOU GROUP S.A.C.

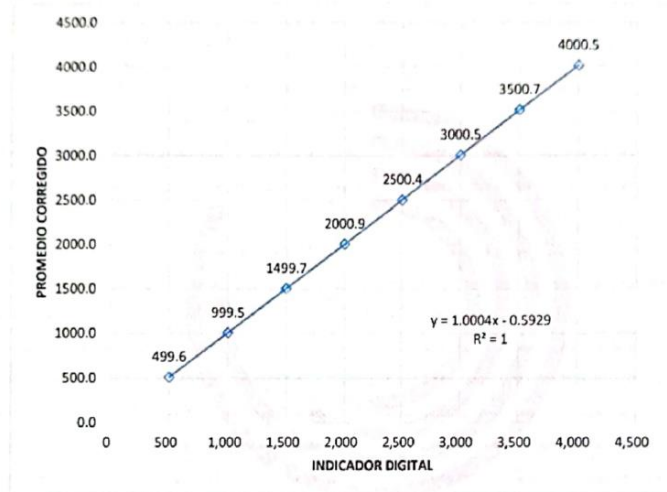
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde: $y = 1,0004x - 0,5929$
Coeficiente Correlación $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kg)

Y : fuerza promedio (kg)

Observaciones

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



ARSOU GROUP S.A.C.

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

ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Cárnica
METROLOGÍA

Anexo 59. Certificado de Calibración del Esclerometro



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 660-063-2020

Página 1 de 2

Arso Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2020/09/23
Solicitante	LENIN AZARTE ATAHUA
Instrumento de medición	ESCLEROMETRO
Identificación	660-063-2020
Marca	A&A INSTRUMENTS
Modelo	NO INDICA
Serie	6453
Tipo	N
Lectura	ANÁLOGO
Procedencia	CHINA
Ubicación	LABORATORIO DE ARSOU GROUP S.A.C.
Lugar de calibración	ASOC. DE VIV. LAS FLORES DE SAN DIEGO MZ C LOTE 01 - SAN MARTIN DE PORRES
Fecha de calibración	2020/09/23

Método/Procedimiento de calibración

La Verificación del equipo se determino realizando la prueba de exactitud, para ello se sostiene el esclerómetro firmemente de manera que el embolo esté perpendicular a la superficie de la prueba (Yunque), después del impacto se lee el número de rebote en la escala al número entero más cercano y se registra. Para el caso del equipo tenga lectura digital, solo registrar el valor que indica el dispositivo.

El número de rebote obtenido debe ser 81 ± 2 para el tipo N y de 75 ± 2 para el tipo L. La prueba se realiza teniendo en cuenta las Normas ASTM C805 y EN 12504-2.

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

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

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

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



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

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