

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
ESCUELA DE POS GRADO
MAESTRÍA EN INFRAESTRUCTURA VIAL
MENCIÓN EN CARRETERAS, PUENTES Y TÚNELES



**PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE CARRETERAS DE BAJO
VOLUMEN DE TRÁNSITO EN LA SIERRA, SOBRE LOS 2000 m.s.n.m,
UTILIZANDO POLIACRILAMIDA ANIÓNICA, ORGANOSILANO Y UN
SULFONATADO.**

CASO: PONCOS – KOCHAYOC, DEPARTAMENTO DE ANCASH

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRA EN
INFRAESTRUCTURA VIAL CON MENCIÓN EN CARRETERAS,
PUENTES Y TÚNELES.**

Autora: Bachiller SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

Asesor: Ph.D MARIO CANDIA GALLEGOS

LIMA – PERÚ

2017

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi Asesor el Dr. Mario Candia, por su tiempo, apoyo y aporte para la presente tesis.

Al Doctor Lombira, por sus enseñanzas y apoyo constante para cumplir esta meta.

A los ingenieros, profesores y colaboradores que me dieron su apoyo y fortalecimiento a esta tesis.

A Dios por ser mi guía en mi desarrollo personal.

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mis padres, hermanos, sobrinos y esposo que son el motivo de mi superación.

RESUMEN

En la presente tesis se evalúa la propuesta de estabilización de suelos en carreteras de bajo volumen de tránsito, específicamente para materiales de afirmado, generalmente los materiales de canteras no cumplen con los requisitos de calidad exigidos por las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG 2013). Por lo que se ha evaluado la estabilización con 03 productos químicos; un polímero (poliacrilamida aniónica), un derivado de organosilano y un sulfonatado.

Los ensayos fueron con laboratorio particular y parte de ellos fueron realizados en la Universidad Nacional de Ingeniería.

Concluyéndose que para el material de la subrasante (GC – GM), muestra un mejor comportamiento al incrementar el valor de CBR con el estabilizador Organosilano.

Para el material de la cantera 1 (GC), muestra mejor comportamiento con el estabilizador poliacrilamida aniónica. Y para el material de la cantera 2 (GC), muestra mejor comportamiento con el polímero.

Concluyéndose que, considerando las propiedades naturales del material de afirmado de las canteras del tramo Poncos – Kochayoc (Ancash), la mejor opción en de estabilización en cuanto a su comportamiento físico mecánico y de costos, se lograría empleando una dosificación de la poliacrilamida aniónica de 0.02% en peso (4gr/m³).

Se verificó en el tramo Poncos – Kochayoc del departamento de Ancash que puede utilizarse en material existente de la subrasante escarificándose, retirando la piedra mayor a 2" en el espesor requerido.

De los materiales de Subrasante, Canteras 1 y 2 con los 3 estabilizadores, se obtuvo valores de CBR por encima de 40% mínimo para afirmados según lo exigido en el manual de carreteras "Especificaciones técnicas generales para construcción" (EG-2003). Sin embargo no cumplen con lo exigido en el Documento técnico Soluciones básicas en carreteras no pavimentadas – 2015 (carácter normativo) donde indica el valor de CBR al 100%.

Palabras claves: estabilización, carreteras, afirmado, estabilizadores poliacrilamida aniónica, organosilano y un sulfonatado.

ABSTRACT

This thesis evaluates the proposed stabilization of soils specifically for asserted materials, having been evaluated with quarries and also with own material of the subgrade, which do not meet the quality parameters required by current regulations, General Technical Specifications for Construction (EG 2013). It has been evaluated with 03 chemical soil stabilizers, a polymer (anionic polyacrylamide), an organosilane derivative and a sulfonate, with laboratory tests carried out part of them at the National University of Engineering.

We conclude that for the material of the subgrade (GC - GM), it shows a better behavior when increasing the value of CBR with the stabilizer Organosilano. For the material of the 20 + 00 (GC) quarry, it shows better performance with the anionic polyacrylamide stabilizer. And for the material of the quarry 50 + 00 (GC), shows better behavior with the polymer.

It was concluded that, considering the natural properties of the assay material of the Poncos - Kochayoc (Ancash) section quarries, the best stabilizing option in terms of its mechanical and cost physical behavior would be achieved using a dosage of the anionic polyacrylamide of 1kg / m³.

It was verified in the section Poncos - Kochayoc of the department of Ancash that can be used in existing material of the subgrade by scarifying, removing the stone greater than 2" in the required thickness.

From the materials of Subrasante, Quarries 1 and 2 with the 3 stabilizers, CBR values above 40% were obtained for the affirmed as required in the road manual "General technical specifications for construction" (EG -2003). However, they do not meet the requirements of the Basic Technical Document on Unpaved Roads - 2015 (normative) where it indicates the CBR value at 100%.

Key words: stabilization, roads, affirmed, stabilizers anionic polyacrylamide, organosilane and a sulfonate.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	2
RESUMEN	4
ABSTRACT	5
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	7
1.1 Introducción.....	7
1.2 Formulación del problema y justificación del estudio.....	10
1.3 Antecedentes relacionados con el tema	11
1.4 Objetivos generales y específicos.....	16
1.5 Limitaciones del estudio.....	17
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	18
2.1 Bases teóricas relacionadas con el tema	18
2.2 Definición de terminos usados	20
2.3 Hipotesis	32
2.4 Variables.....	32
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	34
3.1 Diseño de investigación.....	34
3.2 Población y muestra.....	37
3.3 Técnicas e instrumentos.....	38
3.4 Recolección de datos	40
3.5Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	41
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	42
4.1 Descripción general de la investigación	42
4.2 Parámetros de calidad según normativa	44
4.3 Resultados.....	48
4.4 Análisis de Resultados.....	60
CAPÍTULO V : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
Conclusiones.....	72
Recomendaciones	74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
ANEXOS	77

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Introducción

El problema se enfoca debido a la gran demanda en la construcción y rehabilitación de vías y/o caminos vecinales, con material afirmado, en diversos tramos de las vías, el deterioro y desgaste prematuro se hace muy crítico, no llegando a cumplir con el objetivo de su vida útil diseñado y/o proyectado, originado por diversos factores así como; así como la composición físico mecánico de los materiales para afirmado utilizados de canteras propias ubicados a lo largo de los tramos a rehabilitar, previo a un análisis de laboratorio de mecánica de suelos, de los cuales algunos materiales de canteras no cumplen con las características y parámetros de su contenido del material de afirmado, establecidos en las especificaciones técnicas del EG 2013, en su vida útil, estos trabajos de rehabilitación muestran deterioro prematuro de la carpeta de rodadura (afirmado) por diversos factores y específicamente debido a un incremento considerable, mayor de lo previsto el incremento del índice medio diario de vehículos y en algunos casos con sobrepesos mayores al diseño estructural diseñado con material afirmado.

En estas rehabilitaciones de carreteras se han utilizado solo el material de cantera para trabajos de afirmado a lo largo de la plataforma de las vías, específicamente en zonas de sierra, estando presente en esta, distintas adversidades de la naturaleza, en donde anualmente en los meses de enero a abril hay presencia de precipitaciones con mayor intensidad, cambios bruscos de temperatura y otros factores propios de las zonas que por su ubicación anualmente afectan y originan desgaste prematuro de las vías a este factor se incrementa el abandono de parte de los usuarios y las entidades responsables, todo ello se manifiesta con huecos, baches en la plataforma, derrumbes y deterioro considerable de la carpeta de rodadura por falta de limpieza de cunetas y alcantarillas y por consiguiente desgaste de material fino y presencia de material granular, incremento del índice medio diario de vehículos considerablemente por consiguiente la vía no cumple la vida útil de diseño, consecuentemente incrementan los costos en las etapas de

mantenimiento periódicos, en algunas vías requieren una nueva intervención de rehabilitación y/o un mejoramiento en un corto tiempo no proyectado.

Otro factor que influye en el deterioro prematuro de vida útil de la vía, es debido a que no consideran diversas obras hidráulicas necesarias de acuerdo al estudio hidrológico, factor muy importante para mantener la vida útil de la plataforma, desfogando los cursos de agua con diversas obras de arte necesarios en cada vía, evitando el empozamiento, arrasamiento de la plataforma de carretera, para mejorar la vía es muy necesario considerar las cantidades necesarias de las obras de alcantarillas, pontones, badenes, cunetas y otras obras de arte para evitar riesgos de desborde y deterioro de la plataforma de la vía.

Existen tramos rehabilitados donde el mantenimiento de la vía no es intervenido de forma inmediata por las entidades competentes, que también es otro factor que origina el deterioro prematuro de la vía ejecutada.

Para la presente tesis el tramo a estudiar es: Poncos – Kochayoc (Ancash), ubicado en la sierra sobre los 2000 msnm, como se muestra en la Figura 1.

En el mercado existe una variedad de estabilizadores de suelos. Para el presente estudio se considero tres estabilizadores; poliacrilamida aniónica tipo POLYCOM, derivados de organosilano tipo TERRASIL y sulfonatado tipo ISS 2500.



Figura 1: Mapa de ubicación de población

SENAHMI

1.2 Formulación del problema y justificación del estudio

Formulación del problema

El problema identificado es:

¿Cuál sería la mejor opción a partir de estudios experimentales a nivel de laboratorio, para estabilizar los suelos de la vía de bajo volumen de tránsito en el tramo Poncos – Kochayoc (Ancash), a partir de las dosificaciones necesarias de poliacrilamida anionica, derivados de organosilano o sulfonatado, de acuerdo a la composición natural del material de cantera, minimizando los costos?

Problemas secundarios:

- a. ¿Cuál es el comportamiento estructural en que se encuentran en la actualidad la vía en el tramo Poncos – Kochayoc (Ancash).
- b. ¿Cuáles serían las dosificaciones óptimas de los estabilizadores de suelos con poliacrilamida aniónica, organosilano y sulfonatado, para mejorar significativamente el comportamiento de las propiedades físico mecánicas del suelo en la vía Poncos – Kochayoc (Ancash), en función de las canteras de la zona?
- c. ¿Cuál de los estabilizadores sería el más adecuado, en donde logre mejorar significativamente el comportamiento de las propiedades físico mecánicas del suelo, minimizando los costos, mejorando su vida útil de servicio de la vía en estudio, en función a poder utilizar las canteras propias de cada una de las vías?

En la figura 2 se observa el estado actual del tramo de la vías.



Figura 2: Estado del tramo de vía en Ancash

(Elaboración propia, 2015)

Justificación del estudio

Debido al deterioro y desgaste prematuro de las vías rehabilitadas con material afirmado propias de las zonas de sierra, es importante el presente estudio para poder mejorar el comportamiento y la vida útil de servicio con la aplicación de estabilizadores de suelos, debido a la naturaleza del contenido de los materiales de canteras, que en un porcentaje considerable no cumplen con los parámetros establecidos en Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG 2013), por poder lograr con el objetivo requiere la aplicación de un estabilizador de suelos para mejorar las propiedades físicas químicas del material a utilizar.

Para la aplicación de los estabilizadores de suelos, es muy importante analizar y determinar las características físicas químicas de los suelos de las canteras a utilizar, determinar el contenido de cada uno de ellos.

Determinar las dosificaciones con los estabilizadores de suelos del tramo en estudio con los materiales de afirmado de las canteras, mediante ensayos en laboratorio para poder obtener con éxito la vida útil de servicio de las vías.

La presente tesis se justifica debido a que es una tesis experimental, en donde se desarrollaran, trabajos de campo; evaluación actual de las vías del tramo, ubicación de cantera para el uso de material afirmado, identificación y determinación del contenido de sus características físico mecánicas de las canteras. En cada cantera se deberá determinar las muestras representativas para lograr una mejor representación e identificación. Para ello se obtendrá la cantidad suficiente para el desarrollo en laboratorio.

El tramo en estudio comprende un promedio de 10.00 km.

1.3 Antecedentes relacionados con el tema

Choque Sánchez, H. (2012), hace un estudio para la aplicación de tratamiento de suelos, con aditivo químico (cloruro de calcio y la enzima PZ- 22X), una mezcla con material de cantera, con la finalidad de mejorar y mantener el contenido de humedad y aumentar e incrementar la cohesión e impermeabilizar y ser agente estabilizador) así mismo el objetivo de este aditivo es suprimir el polvo debido a que reducen cambios en las características del suelo, la estabilización significa no solo llegar a un estado de suelo con suficiente resistencia a la acción destructora y deformante de las cargas, el objetivo también es asegurar la permanencia de este estado a través del tiempo.

El autor llega a la conclusión, que el tramo de estudio muestra que a los 80 días el deterioro es acelerado en donde hay presencias de baches y con rugosidad considerable por presencia de precipitaciones continuas, y a partir de los 117 días de aplicado el aditivo presentaron mayor variación del IRI comparado con la aplicación de los primeros días, en donde el material cada vez va presentando lavado de finos y con formación de franjas de barro, el material aditivo utilizado no resulto efectivo.

Contreras Camacho, M. (2011), hace un estudio para garantizar un suelo resistente e impermeable al nivel de desplante del primer cuerpo de residuos sólidos de un relleno sanitario, empleando un estabilizador de suelo (Base – Seal), proporcionando un funcionamiento adecuado del sitio, de tal manera el objetivo es mejorar el suelo en el cual proporcione una capa resistente que evite asentamiento o deformaciones en el futuro y de tal manera garantice su vida útil, evitar la filtración hacia el subsuelo y la capilaridad hacia el suelo, en la base de un relleno sanitario, logrando proteger al subsuelo de agentes contaminantes; este con un procedimiento constructivo adecuado y aplicando un estabilizador de suelos en el nivel de desplante.

El autor llega a la conclusión que la arena limosa de baja plasticidad que fue ensayada en laboratorio a la compresión simple obtuvo una capacidad de carga de 7.01 Kg. / cm² en estado natural ese mismo suelo al ser estabilizado alcanzo una capacidad de carga 17.65 Kg/cm². Es decir, ha incrementado en un 151% su capacidad de carga, con este nuevo valor el relleno sanitario, ha mejorado en su nivel de desplante mediante la aplicación del estabilizador de suelo Base - Seal, lo que tendría capacidad de soportar una carga de 176 metros de residuos sólidos, considerando un peso volumétrico de estos residuos de 1000 Kg/m³ sin sufrir deformaciones ni fracturas que pusieran en riesgo al acuífero por las filtraciones de lixiviados. Aplicando estabilizador de suelo al nivel de desplante de un relleno sanitario, se puede evitar asentamientos y deformaciones del terreno, así como la filtración o alteración y obtuvo el mismo coeficiente de permeabilidad.

Jiménez Lagos, M. (2014), con la finalidad de mejorar las características físico – mecánicas de los afirmados que componen las diferentes redes de carreteras así como en la costa, sierra y selva, el objetivo de la presente tesis es aplicar de manera práctica y económica métodos de diagnósticos estructurales no destructivos aplicando y/o estabilizando el afirmado con cloruro de magnesio mezclando íntima y homogéneamente con el suelo a tratar y curar de acuerdo a especificaciones técnicas propias del producto, teniendo como objetivo principal transferir el suelo tratado en un

espesor definido con ciertas características tendientes a mejorar sus propiedades de desempeño en la etapa de servicio.

El autor llega a la conclusión que la estabilización química de suelos trata el suelo natural transformando en una base impermeable, resistente y flexible, para este proceso el suelo requiere estudio de tal manera dosificar el aditivo, la inversión inicial de un afirmado estabilizado es superior a un afirmado común, sin embargo considerado en un periodo de 10 años con mantenimiento permanente y mantenimiento periódico resulta más económico, dentro de lo cual es recomendable el mantenimiento en forma constante, dependiendo el volumen vehicular y la ubicación de la carretera donde se va a aplicar, referente al costo de reconstrucción es 05 veces más elevado que el costo de mantenimiento considerado en un periodo de 10 años.

En la costa el estabilizador de cloruro de magnesio se desempeña favorablemente, pero a medida que se incrementa la humedad el camino se torna resbaladizo y suele pasar al estado viscoso, lo cual origina deterioro de la vía reflejado en baches pequeños y numerosos llegando a la conclusión el mantenimiento permanente.

Roldan de Paz, J. (2010), desarrolla la investigación un método confiable y económico para evitar la pérdida rápida de humedad en los suelos en bases y sub-bases, que permita una estabilización adecuada, con el fin de obtener suelos que no varíen sus propiedades físicas y mecánicas al perder humedad aplicando el cloruro de sodio, establecer la diferencia de pérdida de humedad en suelos estabilizados con cloruro de sodio y suelos sin estabilizar y establecer un porcentaje apropiado de cloruro de sodio que se deba incrementar a muestras de suelos para obtener resultados aceptables, la estabilización de suelos es una técnica de mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos que no reúnen condiciones necesarias para su utilización, en donde el uso pretende aumentar la resistencia mecánica de los suelos, entrelazando las partículas de una forma más efectiva y se aseguran las condiciones de humedad en las que trabajan el suelo varíen dentro de unos rangos reducidos, para conseguir una adecuada estabilidad a las cargas y una escasa variación volumétrica y por consiguiente incrementa durabilidad de dicha capa.

El autor llega a la conclusión que se debe evitar el uso de cloruro de sodio en un terreno de capilaridad alta, donde haya una fuente de agua a poca profundidad (nivel freático) en un lugar con infiltración lateral, el cloruro de sodio se debe dosificar acorde a la cantidad de material a utilizar, en donde los porcentajes de cloruro de sodio deben estar correctamente calculados para obtener resultados esperados en la estabilización de

suelos, la aplicación de este producto es también para reducir la evaporación en los suelos, ya que se atrapa la humedad que lo rodea y crea una capa en la parte superior de las capas compactadas con sal lo cual impide que la humedad se evapore con facilidad y ayude a obtener un mejoramiento en la densificación y el tiempo que la humedad se evapore es significativamente mayor en comparación con el tiempo sin la aplicación del cloruro de sodio, el porcentaje de compactación para los materiales arena limosa y arena caliza tienen un aumento con la adición del cloruro de sodio en porcentajes no mayores al 2%, sin embargo el porcentaje del CBR no se comporta de la misma manera: Para el material arena limosa el porcentaje de CBR disminuye, mientras que para el material arena caliza el porcentaje de CBR incrementa, la aplicación es con un alto contenido de humedad al punto de saturación y dejar secar el material se observa que la sal crea una cementación entre partículas dándole una mayor resistencia a la compresión y crea una capa blanquecina en la parte superior.

Valle Areas, W. (2010), busca el máximo aprovechamiento del terreno en presencia de sulfatos solubles y yesos en la construcción de terraplenes y fondos de desmontes con métodos de estabilizaciones adecuados, se analiza estabilización con cenizas volantes bajas en calcio clase F; estabilización con cemento sulfato resistente, tipo V; estabilización con escorias granuladas de alto horno; estabilización con cal mezclada con fibras fibroladas de polipropileno. La estabilización de suelos se realiza mediante el cual se someten a los suelos naturales a cierta manipulación o tratamiento de modo que podamos aprovechar sus mejores cualidades.

El autor llega a la conclusión que todos los métodos analizados de estabilización disminuyen el índice de plasticidad, hinchamiento libre vertical y retracción lineal, adicionalmente todos incrementa la resistencia del suelo, la estabilización más efectiva es aplicando con cemento tipo Ven donde realmente beneficia a la estabilización de los suelos ricos en sulfato y ayuda a prevenir la formación de etringita, se conoce que el cemento tipo V es manufacturado con muy poco o cero aluminato de calcio lo que elimina una fuente importante de aluminato necesaria para la formación de etringita, aplicando se omite una valoración de costos.

Castillo Boulanger, J (2006), considera como objetivo en el programa de Rehabilitación y Mantenimiento de Carreteras en el tramo Huayre – Chicrin; considerando que los tramos de Red Vial tengan una vida adicional y que el índice de serviciabilidad final sea de 2.0, conservando básicamente las características geométricas existentes, uniformizándose los perfiles y las secciones transversales y en algunos

tramos sustituyendo la rasante original mediante la eliminación de ahuellamiento, deformaciones y asentamiento, así mismo han considerado que la capacidad vehicular sea la adecuada para los próximos 10 años considerando un nivel de servicio C, se considera que los diseños finales consideran los factores de cargas reales, que los diseños hidráulicos originados por deficiencia del sistema de drenaje existente sean rediseñados, así como las cunetas, alcantarillas, muros y otros.

El autor llega a la conclusión que en la obra se tuvieron que realizar rediseños de mezcla asfáltica debido a los cambios de cantera y de tal modo obtener una mezcla óptima para poder garantizar la mejor calidad de los trabajos, considerando normas técnicas por la ubicación de la obra y en la colocación de la mezcla asfáltica, consideran tener en cuenta las mitigaciones de protección y recuperación del medio ambiente aspecto importante considerado en el proceso de ejecución de obra y la restauración de campamentos, patio de máquina y canteras.

Gutiérrez Montes, C (2006), aplica productos de estabilizadores de suelos con el objetivo de proporcionar una superficie de rodadura uniforme, resistente al tránsito de los vehículos, resistente al intemperismo producido por los agentes naturales y a cualquier otro agente perjudicial, como función estructural un pavimento tiene el objetivo la de transmitir adecuadamente los esfuerzos a la subrasante, de modo que esta no se deforme de manera perjudicial, considerando los problemas que presentan en la carreteras no pavimentadas y para superar este problema se usan variadas técnicas de estabilización de suelos, utilizando productos químicos no tóxicos que dotan a estos suelos, mejorando con un mejor comportamiento por la bondades de estos productos, permitiendo conocer las ventajas técnicas, económicas y ambientales de los productos químicos estabilizadores de suelos, estableciendo líneas de acción a seguir al momento de optar por una u otra alternativa.

El autor llega a la conclusión que se ha demostrado técnicamente, económicamente y ambientalmente que el cloruro de magnesio utilizado como estabilizador de suelo, demuestra grandes desventajas frente al cloruro de calcio, que los grandes salares los cuales se producen cloruro de calcio se puede estabilizar a bajo costo y para las carreteras de bajo volumen de tránsito es conveniente privilegiar la creación de carreteras más económicas con cloruro de calcio por un mejor aspecto técnico y ambiental dentro del estudio de esta tesis prioriza como alternativa principal el uso de aplicación del cloruro de calcio para estabilización y habilitación de caminos temporales recomendando en zonas de costa peruana.

Los aspectos que se pretenden estudiar, están enfocados a cómo obtener los resultados más óptimos de una carretera afirmada con estabilización, dando a conocer los aspectos que se deben considerar en los estudios previos, el diseño y la ejecución de un proyecto, teniendo como base las especificaciones técnicas y normativas vigentes.

1.4 Objetivos generales y específicos

Objetivos generales

Establecer la mejor opción a partir de estudios experimentales a nivel de laboratorio, para estabilizar los suelos de la vía de bajo volumen de tránsito en el tramo Poncos – Kochayoc (Ancash) ubicado en zona de sierra sobre los 2,000 msnm, a partir de las dosificaciones necesarias de poliacrilamida anionica, derivados de organosilano o sulfonatado, de acuerdo a la composición natural del material de cantera, minimizando los costos.

Objetivos específicos

- a. Establecer el comportamiento estructural en que se encuentran en la actualidad las vías en el tramo Poncos – Kochayoc (Ancash).
- b. Establecer las dosificaciones óptimas de los estabilizadores de suelos poliacrilamida aniónica, organosilano y un sulfonatado, para mejorar significativamente el comportamiento físico mecánico del suelo en la vía Poncos – Kochayoc (Ancash), en función de las características físico mecánicas del material afirmado de las canteras de la zona
- c. Determinar resultados técnicamente y económicamente con la aplicación de los estabilizadores y contrastar resultados en el tramo de aplicación.

1.5 Limitaciones del estudio

Los estudios del material afirmado y la aplicación de los estabilizadores de suelos se plantearan a nivel de laboratorio, quedando por ejecutar en el tramo para poder visualizar resultados a lo largo de la vida.

Considerando el tramo de 10km ha sido muy difícil su aplicación por los costos de maquinarias para su ejecución y los estabilizadores del suelo.

Para verificar la mejora con los estabilizadores estudiados se han determinado con ensayo de laboratorio mediante ensayo CBR. Se tiene como limitacio del estudio el realizar ensayos químicos, de sus componentes se tiene información proporcionada por los proveedores.

Se tiene poca experiencia en la aplicación de estabilizadores de suelos en carreteras ubicadas a mayor de 2,000 m.s.n.m., debido a la topografía de la zona y los efectos de la naturaleza así como; lluvias heladas, nevadas y entre otros factores, no todos los estabilizadores tene eficacia por lo que en este caso puntual se estudia la propuesta de establicacion con 03 estabilizadores quimicos.

Se tiene limitación en los meses de enero a abril debido a que son épocas de lluvia teniendo presencia de intensas precipitaciones en la zona por estar ubicadas el tramo en estudio en la sierra sobre los 2,000 m.s.n.m.

El análisis de dosificaciones de los estabilizadores de suelos se va a hacer en laboratorio propio que no están oficialmente certificados.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Bases teóricas relacionadas con el tema

En el Perú desde el año 1993, el Gobierno toma importancia la ejecución de las rehabilitaciones de los caminos vecinales. Iniciando a evaluar mediante inventarios viales a lo largo del tramo a rehabilitar, sin considerar los fuertes cambios en sus condiciones climáticas, es decir intensas lluvias en los meses de diciembre al mes de abril, luego la época de heladas, en algunas zonas la presencia de nevadas entre otros y en una gran diversidad en sus formaciones geológicas, en donde originan susceptibilidad a cambios químicos, físicos y mecánicos en presencia del agua y otros factores, estas variaciones pueden ser indeseables desde el punto de vista técnico de la ingeniería, como por ejemplo las del tipo volumétrico y la pérdida de capacidad estructural que experimentan los suelos cuando se incrementan el contenido del agua (humedad) estas originan el deterioro de las estructuras de la carretera. Para superar y mejorar las características físico mecánicas del estado natural de la subrasante de las carreteras, proponemos realizar estudios en los 03 departamentos aplicando con las técnicas de estabilizadores de suelos, que por su composición química, tienen el objetivo de modificar las propiedades e incrementar las densidades del material existente.

El resultado de estos caminos vecinales actualmente las vías rehabilitadas no están funcionando o cumpliendo el tiempo de vida útil proyectada; ello se manifiesta en el deterioro prematuro, no logrando a la fecha cumplir los objetivos de las distintas entidades públicas; por ello se ve la necesidad de mejorar con estabilización de suelos, con procesos constructivos adecuados. Existen tesis relacionadas a la estabilización de suelos y supresión de polvo, los cuales se tomarán como base para el presente estudio.

En el Manual de Carretera (MTC, 2013), existe un capítulo sobre estabilizadores; sin embargo, no detalla para que tipo de zona, por lo que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través del Provías Descentralizado, ha realizado pruebas con los estabilizadores contemplados en nuestra Norma.

En el Perú estamos por debajo del promedio mundial, del índice de competitividad de la infraestructura vial, en carreteras esta brecha se refleja especialmente por las redes departamentales y vecinales o rurales.

Índice de calidad de infraestructura	PERU	
	RANKING	PUNTOS
TOTAL INFRAESTRUCTURA ("")	92	3.6
Carreteras	92	3.3
Ferrocarriles	91	
Puertos	113	3.3
Aeropuertos	78	4.5

(") Ranking de 139 pases

("") Incluye transportes, telefonía y energía

Fuente: The Global Competitiveness Report 2010-2011



Figura 3: Calidad de la infraestructura en carreteras

The Global Competitiveness Report 2010 – 2011

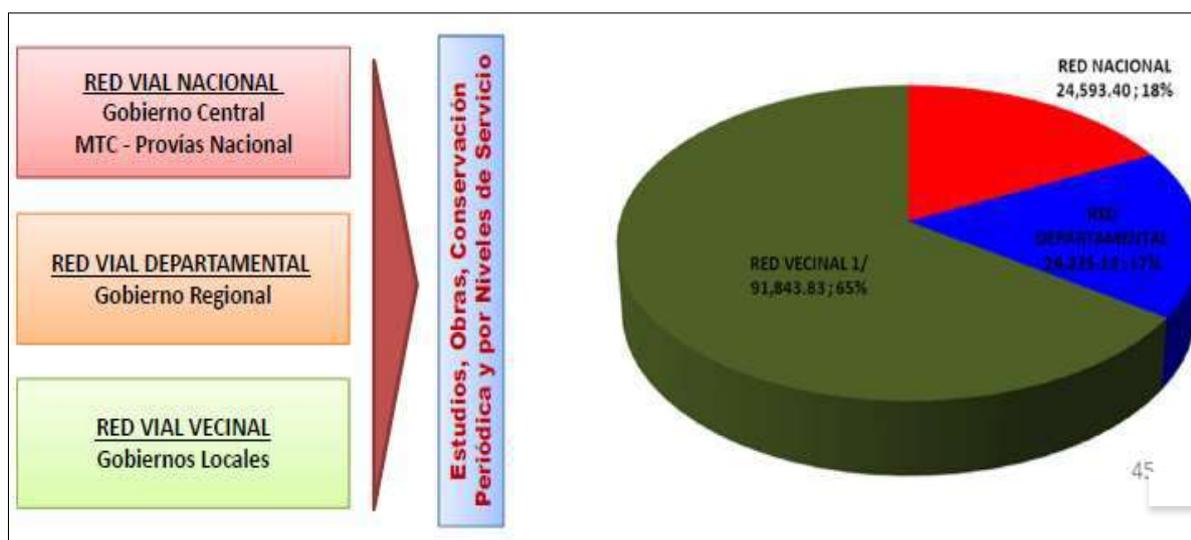
Sistema nacional de carreteras al 31.dic.2012

El Sistema Nacional de Carreteras – SINAC esta conformados por tres categorías de redes, mostradas en el siguiente Tabla

Tabla 1

Categorías de redes vs kilómetros pavimentados y no pavimentados (MTC, 2012)

Red vial	Pavimentado	%	No		Total		%	%
			Pavimentado	%	general	%		
Red nacional	14.747,74	59,97	9.845,67	40,03	24.593,40	17,48	100,00	
Red departamental	2.339,72	9,65	21.895,41	90,35	24.235,13	17,23	100,00	
Red vecinal	1.611,10	1,75	90.232,73	98,25	91.843,83	65,29	100,00	
Total	18.698,56	13,29	121.973,81	86,71	140.672,36	100,00	100,00	



2.2 Definición de terminos usados

Definición de términos básicos

- **Via:** Camino, arteria o calle (MTC, año).
- **Estabilización:** La estabilización de un suelo, es un proceso que tiene por objeto mejorar su resistencia, su durabilidad, su insensibilidad al agua. (MTC, 2012)
- **Afirmado:** El afirmado es una mezcla de tres tamaños o tipos de material: piedra, arena y finos o arcilla. (MTC, 2012).
- **Carretera no pavimentada:** Carretera cuya superficie de rodadura está conformada por gravas o afirmado, suelos estabilizados o terreno natural.
- **Red Vecinal.-** Caminos vecinales con IMDA <400 vehículos, generalmente no pavimentado. (MTC, 2012)
- **Camino vecinal.-** Camino rural destinado fundamentalmente para acceso a las poblaciones pequeñas y a chacras o predios rurales. (MTC, 2012)

- **Vida útil:** Lapso de tiempo previsto en la etapa de diseño de una obra vial, en el cual debe operar o prestar servicios en condiciones adecuadas bajo un programa de mantenimiento establecido. (MTC, 2012)
- **AASHTO:** American Association of State Highway and Transportation Officials o Asociación Americana de Autoridades Estatales de Carreteras y Transporte.
- **ASTM:** American Society for Testing and Materials ó Sociedad Americana para Ensayos y Materiales.
- **(EG - año de actualización):** Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción.
- **(EM - año de actualización):** Manual de Ensayo de Materiales.

Definiciones generales

- **Suelos:** Desde el punto de vista de la ingeniería, suelo es el sustrato físico sobre el que se realizan las obras civiles, arquitectónicas, viales, etc. Para poder definir el comportamiento del suelo ante la obra que en él incide se consideran tres grupos de parámetros, que son:

- a. Los parámetros de identificación: La granulometría (distribución de los tamaños de grano que constituyen el agregado) y la plasticidad (la variación de consistencia del agregado en función del contenido en agua).
- b. Los parámetros de estado: La humedad (contenido en agua del agregado), y la densidad, referida al grado de compacidad que muestren las partículas constituyentes.
- c. Los parámetros estrictamente geomecánicos: La resistencia al esfuerzo cortante, la deformabilidad o la permeabilidad.

- Clasificación de los Suelos: Para clasificar los suelos existen diversos «Sistemas de Clasificación» entre los cuales tenemos: El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el American Association of State Highway Officials (AASHTO), el Sistema Británico (BS), entre otros.

El suelo se comporta como una estructura más, con unas características físicas propias, densidad, porosidad, módulo de balasto, talud natural, cohesión y ángulo de fricción interna, que le confieren ciertas propiedades resistentes ante diversas sollicitaciones: compresión, cizalla, reflejadas en magnitudes como la tensión admisible o los asentamientos máximos y diferenciales. (RICO RODRIGUEZ, 1974).

- **Subrasante**, es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte o relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado, (Glosario termino MTC).

La subrasante debe cumplir con las características mínimas establecidas en los Manuales de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG - 2013) y Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos.

- **Carretera afirmada**: Carretera cuya superficie de rodadura está constituida por una o más capas de afirmado.

- **Afirmado**: Capa compactada de material granular natural o procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en carreteras y trochas carrozables.

- Clasificación de carreteras

Las carreteras no pavimentadas por las capas superiores y la superficie de rodadura, se pueden clasificar en cuatro categorías:

- *Carreteras de tierra*: constituidas por suelos naturales y grava tratada con zarandeo.

- *Carreteras gravosas*: constituidas por una capa de revestimiento con material natural granular sin procesar que es seleccionado manualmente o por zarandeo. Su tamaño máximo es de 75mm.

- *Carreteras afirmadas*: aquellas que funcionan como superficie de rodadura y/o soporte al tráfico vehicular cuya capa de rodadura está constituida por materiales granulares naturales provenientes de canteras, excedentes de excavaciones o materiales que se ajustan a determinadas especificaciones técnicas en relación con su tamaño, su composición granulométrica, su resistencia y su calidad de finos.

- Estabilización de suelos

Es frecuente que no se encuentre materiales adecuados para un determinado fin, es por ello que existen 03 posibilidades de decisión

Aceptar el material como se encuentre, pero tomando en cuenta realistamente su calidad en el diseño efectuado.

Eliminar el material insatisfactorio o prescindir de usarlo, sustituyéndolo por otro de características adecuadas.

Modificar las propiedades del material existente, para hacerlo capaz de cumplir mejores requerimientos.

La última alternativa da lugar a las técnicas de estabilización de suelos. En rigor son muchos los procedimientos que pueden seguirse para lograr esa mejoría de las propiedades de los suelos, con la finalidad de hacerlos apropiados para un uso específico, lo que constituye la estabilización. La siguiente lista de tipos entre los más comunes:

Estabilización por medios mecánicos

Estabilización por drenaje

Estabilización por medios eléctricos

Estabilización por empleo de calor y calcinación

Estabilización por medios químicos, generalmente lograda por la adición de agentes estabilizadores específicos, como cemento, cal, asfalto, otros

La gran variabilidad de los suelos y sus composiciones hacen que cada método resulte solo aplicable a un número limitado de tipos de ellos, en muchas ocasiones, esa variabilidad se manifiesta a lo largo de algunos metros en tanto en otras a lo largo de algunos kilómetros, pero en cualquier caso suele ser frecuente que para aplicar un método económicamente hayan que involucrarse varios tipos de suelos, a veces con variaciones de alguna significación, habiendo de renunciar al empleo del procedimiento óptimo en cada clase (Rico Rodríguez,1974)

La estabilización de un suelo, es un proceso que tiene por objeto mejorar su resistencia, su durabilidad, su insensibilidad al agua. De esta forma, se podrán utilizar suelos de características marginales como subrasante o en capas inferiores de la capa de rodadura y suelos granulares de buenas características, pero de estabilidad insuficiente (CBR menor al mínimo requerido) en la capa de afirmado.

La estabilización puede ser granulométrica o mecánica, conformada por mezclas de dos o más suelos de diferentes características, de tal forma que se obtenga un suelo de mejor granulometría, plasticidad, permeabilidad o impermeabilidad, etc. También la estabilización se realiza mediante aditivos que actúan física o químicamente sobre las propiedades del suelo.

Estabilización mecánica: mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de un suelo.

Estabilización química: mejoramiento de las propiedades físicas y/o mecánicas de un suelo, mediante la incorporación de un compuesto químico.

Estabilización de suelos: concepto general que considera el mejoramiento de las propiedades físicas y/o mecánicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos y/o físico - químicos.

NOTA - La norma extiende la presente definición a la estabilización de estructuras de suelo tipo base o subbase de pavimentos, suelos utilizados como carpetas de rodado y aquellos suelos que comprometen a subrasante de un camino.

Estabilizador de suelos: Es un producto químico, natural o sintético, que por su acción y/o combinación con el suelo, mejora una o más de sus propiedades de comportamiento.

Estabilización de suelos granulares: Mejoramiento de las propiedades de impermeabilidad y cohesión de los suelos granulares, mediante la aplicación de estabilizadores, con la finalidad de lograr capas de rodadura con mejor desempeño.

Estabilización de suelos finos: Mejoramiento de las propiedades de los suelos finos, para reducir sus cambios de volumen y caída de resistencia bajo cargas, en presencia del agua, mediante la aplicación de estabilizadores, con la finalidad de lograr capas de rodadura con mejor desempeño.

Estabilización suelos e incrustación de grava, Típica para crear capas de rodadura o estabilizaciones económicas de grandes superficies

- Suelo estabilizado con productos químicos

La estabilización química de suelos es una tecnología que se basa en la aplicación de un producto químico, generalmente denominado estabilizador químico, el cual se debe mezclar íntima y homogéneamente con el suelo a tratar y curar de acuerdo a especificaciones técnicas propias del producto.

La aplicación de un estabilizador químico tiene como objetivo principal transferir al suelo tratado, en un espesor definido, ciertas propiedades tendientes a mejorar sus propiedades de comportamiento ya sea en la etapa de construcción y/o de servicio.

Consiste en la construcción de una o más capas de suelos estabilizados con productos químicos, de acuerdo con las estas especificaciones técnicas, así como de las dimensiones, alineamientos y secciones transversales indicados en el Proyecto.

Materiales

Suelos, el suelo por estabilizar con productos químicos, podrán ser material de afirmado o provenir, de la escarificación de la capa superficial existente o ser un suelo natural proveniente de:

Excavaciones o zonas de préstamo.

Agregados locales.

Mezclas de ellos.

Cualquiera que sea el material a emplear, deberá estar libre de materia orgánica u otra sustancia que pueda perjudicar la elaboración y fraguado del concreto. Deberá, además, cumplir los siguientes requisitos generales:

Granulometría (Agregados)

La granulometría del material a estabilizar puede corresponder a los siguientes tipos de suelos A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7.

Además el tamaño máximo no podrá ser mayor de 5 cm (2"). o 1/3 del espesor de la capa compactada.

Plasticidad

La fracción inferior del tamiz de 425 μ m (N.º 40) deberá presentar un Límite Líquido inferior a 40 y un Índice Plástico cuando menos de 6 pero no superior a 12%, determinados según normas de ensayo MTC E 110 y MTC E 111.

Composición Química

La proporción de sulfatos del suelo, expresada como $SO_4=$ no podrá exceder de 0,2% en peso.

Abrasión

Si los materiales a estabilizar van a conformar capas estructurales, los agregados gruesos deben tener un desgaste a la abrasión (Máquina de Los Ángeles) MTC E 207 no mayor a 50%.

Solidez

Si los materiales a estabilizar van a conformar capas estructurales y el material se encuentra a una altitud ≥ 3.000 m.s.n.m, los agregados gruesos no deben presentar pérdidas en sulfato de magnesio superiores al 18% y en materiales finos superiores al 15%.

- Productos químicos

Son estabilizadores de diversa índole, resultantes de fabricación industrial de productos químicos u orgánicos, aplicables a capas de afirmado, mejoramiento de suelos u otras, teniendo en consideración la ubicación, clima y tipo de material predominante en las vías a emplearse.

El producto a emplear será acorde al diseño de mezcla, aprobado por el Supervisor y será respaldado por una constancia del fabricante sobre su eficiencia, forma de uso y sus fechas de elaboración y vencimiento. El Contratista deberá garantizar que el producto por utilizar, no implica riesgos de contaminación, ni peligro para la salud de seres vivos.

- Agua

El agua deberá ser limpia y estará libre de materia álcalis y otras sustancias deletéreas. Su pH, medido según norma NTP 339.073, deberá estar comprendido entre 5,5 y 8,0 y el contenido de sulfatos, expresado como $SO_4 =$ y determinado según norma NTP 339.074, no podrá ser superior a 3.000 ppm, determinado según la norma NTP 339.072. En general, se considera adecuada el agua potable y ella se podrá emplear sin necesidad de realizar ensayos de calificación antes indicados. (Manual de soluciones básicas MTC 2014)

- Estabilizadores estudiados

a) Poliacrilamida aniónica tipo polycon

Según el documento técnico del comercializador empresa AUSTLATIN Perú.

Es un material del tipo polímero del tipo acrilamida, surfactantes y ligantes que cuando se mezclan con el agua forman un líquido estabilizador de suelos.

La función principal de este producto es impartir mayor resistencia al material a tratar, en condiciones tanto secas como húmedas. En combinación con buenas técnicas de construcción la inclusión del polímero permite conseguir mayores densidades en una amplia variedad de materiales con el beneficio añadido de proporcionar un alto grado de resistencia al agua y una mayor flexibilidad a la capa tratada.

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.

Comportamiento:

El 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.

Consistencia:

Polvo granulado concentrado.

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

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 hecho 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.

b) Estabilizador Organosilano tipo terrasil

Según el documento técnico del comercializador empresa BREM ENVIRONMENTAL SOLUTIONS SAC.

Está compuesto al 100% por organosilano, y es capaz de reaccionar con los suelos a nivel molecular. Forma enlaces Si-O-Si (siloxano) con las moléculas de la superficie, cuya elevada fortaleza aporta una eficacia prolongada en el tiempo. El producto genera una membrana transpirable, que confiere propiedades hidrófobas, al mismo

tiempo que permite la evaporación de agua. Además, mejora la adherencia con polímeros y betunes y elimina el índice de plasticidad de los suelos.

En definitiva, lo que TERRASIL® consigue es que los suelos se comporten como en condiciones de ausencia de agua. Esto implica que la capacidad portante no se ve disminuida por la presencia de agua, y que los procesos de formación de fisuras/grietas no tienen lugar

Composición/Información sobre los componentes

- Organosilanos: 65-70%
- Alcohol bencílico (CAS #100-51-6): 25-27 %
- Etilenglicol (CAS #107-21-1): 3-5%

c) Estabilizador Sulfonado tipo iss2500

según el documento técnico del comercializador empresa ROAD MATERIAL STABILISER PERU S.A.C

Es un estabilizador electroquímico apto para mejorar suelos de baja calidad estructural para su uso en la construcción de carreteras sin necesidad de reemplazos.

GRAVEDAD ESPECÍFICA: H₂O = 1.0 > 1.15 min.

pH: < 2

Dosis:

% pasa Tamiz No. 200 < 10%: 0,03 Lt/M²

Para suelos de alta plasticidad 0,04 Lt/M²

Beneficios:

Método de construcción y conservación económica para uso en caminos de tierra y/o superficies

Puede usarse agua salada para la dilución de ISS 2500

Incremento de la densidad de compactación y la capacidad de soporte

Uso de materiales in situ

No se requiere equipo especializado

El tratamiento es permanente

Los caminos pueden abrirse al tráfico inmediatamente

Reducido costo en comparación a métodos tradicionales de estabilización.

- Costo en obras de bajo volumen de tráfico

Conjunto de actividades para realizar la partida en este caso de afirmado estabilizado.

- Mantenimiento Vial

El Mantenimiento vial, es el conjunto de actividades que se realiza para conservar en buen estado las condiciones físicas de la carretera y preservar el capital invertido en la rehabilitación y el mejoramiento, incluyendo las obras complementarias y conexas.

Las actividades de mantenimiento, se clasifican de acuerdo a la frecuencia de aplicación en rutinarias y periódicas.

a) Mantenimiento Rutinario

Se realiza con carácter preventivo, de modo permanente y tiene por finalidad preservar los elementos de la carretera, conservando las condiciones que tenía después de la construcción o rehabilitación; incluye labores de limpieza de la plataforma, limpieza de las obras de drenaje, corte de la vegetación en el derecho de vía y reparaciones menores de los defectos puntuales de la plataforma. En los sistemas tercerizados se incluye también el cuidado y vigilancia de la vía.

b) Mantenimiento Periódico

Se realiza en períodos de un año o más, con la finalidad de recuperar las condiciones físicas de la carretera, deterioradas por el uso y evitar que se agraven los defectos, preservar las características superficiales de la vía y corregir defectos mayores puntuales; comprende las reparaciones de la carpeta asfáltica, de las obras de arte y drenaje, reparaciones de la señalización y elementos de seguridad.

- Ensayos de laboratorio

Los ensayos y normativas para determinar las características físicas mecánicas del material se muestran en las tablas 2, 3, 4 y 5.

Tabla 2

Relación de ensayos y normativas para determinación de características físicas

Análisis Granulométrico	AASHTO T 88	ASTM D 422	MTC E 204
Límites de Consistencia	AASHTO T 89	ASTM D 4318	MTC E110/111
Límites de Contracción	AASHTO T 92	ASTM D 427	MTC E112
Contenido de Humedad		ASTM D 2216	MTC E 108

Tabla 3*Relación de ensayos y normativas para determinación de características mecánicas*

Próctor Modificado	AASHTO T 180	ASTM D 1557	MTC E 115
C.B.R.	AASHTO T 193	ASTM D 1883	MTC E 132

Tabla 4*Relación de ensayos y normativas para determinación de características Químicas*

Ph.	AASHTO T 26		MTC E 716
Sales Solubles Totales (ppm)	AASHTO T 26		MTC E 716
Cloruros (Cl-) (ppm)	AASHTO T 26	ASTM D-512	MTC E 716
Sulfatos (SO4=) (ppm)	AASHTO T 26	ASTM D-516	MTC E 716

Tabla 5*Relación de ensayos y normativas para determinación de características para el agua*

Parámetro	Método
Sales Solubles Totales (ppm)	ASTM D5188
PH	ASTM D1293
Materia orgánica (ppm)	MTC E118

El procedimiento de cada ensayo esta normado, siendo los principales.

- **Métodos para la reducción de muestras de campo a tamaño de muestra de ensayo MTC E 103 – 2000, ASTM C 702.**

La norma considera procedimientos disminuyendo la variación entre las muestras de ensayo con las muestras de campo. El muestreo en campo se realiza según la norma NTP 400.010 (MTC E101).

- **La Conservación y transporte de muestra de suelos MTC E 104 – 2000, ASTM D 4220.**

En esta norma establece el procedimiento para la conservación de muestras después de ser obtenidas en el terreno, su transporte y manejo.

- **La Obtención en laboratorio de muestras representativas (Cuarteo), MTC E 105 – 2000, NTP 350.001.**

La norma establece los procedimientos para obtener en laboratorio la muestra requerida para realizar los ensayos y que esta sea representativa de la muestra total obtenida.

- **Preparación en seco de muestras para el análisis granulométrico y determinación de las constantes del suelo, MTC E 106 – 2000, ASTM D 421 y ASTM D 2217.**

En la norma establece el procedimiento para la preparación en seco de las muestras tal como se reciben del campo y utilizan para los ensayos de análisis granulométrico y determinación de las constantes del suelo.

- **Análisis Granulométrico, MTC E 204, AASHTO T 88, ASTM D 422.**

En la norma, establece el procedimiento para obtener la granulometría en la muestra de suelo obtenida y con la determinación del índice de plasticidad.

- **Límites de Consistencia, MTC E110/111, AASHTO T 89, ASTM D 4318**

La norma establece procedimientos para la realización del ensayo y la obtención de parámetros como límites líquidos, límites plástico y por diferencia la obtención de índice de plasticidad.

- **Contenido de Humedad, MTC E 108, ASTM D 2216.**

Este ensayo permite conocer el contenido de humedad del suelo.

- **Próctor Modificado, MTC E 115, AASHTO T 180, ASTM D 1557.**

En la norma se establecen los procedimientos para la realización del ensayo obteniéndose la relación Densidad – Humedad, el cual utilizando una compactación con el OCH óptimo contenido de humedad del suelo produce la máxima seca.

- **Capacidad de soporte (CBR), MTC E 132, AASHTO T 193, ASTM D 1883**

En la norma se establecen los procedimientos a realizar el ensayo. Obteniéndose la capacidad de soporte correspondiente a 0.1” ó 0.2” de penetración. Con este ensayo obtenemos, densidad y humedad, propiedades expansivas del material y resistencia a la penetración.

2.3 Hipotesis

General

- Excluyendo factores de clima, agua, altitud, proceso constructivo y considerando las propiedades naturales del material de afirmado de las canteras del tramo Poncos – Kochayoc (Ancash), la mejor opción de estabilización en cuanto a su comportamiento físico mecánico y de costos se lograría empleando una dosificación de poliacrilamina aniónica de 0.02% en peso.

Específicas

- Excluyendo factores de clima, agua, altitud, proceso constructivo y considerando las propiedades naturales del material de afirmado de las canteras del tramo Poncos – Kochayoc (Ancash), la mejor opción de estabilización en cuanto a su comportamiento físico mecánico, se lograría empleando una dosificación de la poliacrilamida aniónica de 0.02% en peso.
- Excluyendo factores de clima, agua, altitud, proceso constructivo y considerando las propiedades naturales del material de afirmado de las canteras del tramo Poncos – Kochayoc (Ancash), la mejor opción de estabilización en cuanto a costos, se lograría empleando una dosificación de poliacrilamida aniónica de 0.02% en peso.

2.4 Variables

Variables e indicadores

Las Variables e indicadores de Hipótesis General

La variable independiente

Xo: Dosificación de 0.02 % del estabilizador poliacrilamina

Los indicadores:

- ✓ porcentaje de los estabilizadores de suelos utilizados.

La variable dependiente

Yo: Propiedades físicos mecánicas de materiales de afirmado.

Los indicadores:

- ✓ Índice de plasticidad del afirmado estabilizado.

- ✓ Densidad seca máxima del afirmado estabilizado.
- ✓ Capacidad de soporte (CBR) del afirmado estabilizado.

Variables de hipótesis específicos

Hipótesis Específico (a)

a. La variable independiente

- Dosificaciones de estabilizadores de suelos

Los indicadores:

- Características del estabilizador

b. La variable dependiente

Yo: comportamiento de las propiedades físico mecánicas del suelo.

Los indicadores:

- Densidad seca máxima del suelo.
- Capacidad de soporte (CBR)
- Índice de plasticidad

Hipótesis Específico (b)

a. La variable independiente

- Dosificaciones de estabilizadores de suelos

Los indicadores:

- Propiedades químicas
- Características del estabilizador

b. La variable dependiente

Yo: comportamiento de las propiedades físico mecánicas del suelo.

Los indicadores:

- Densidad seca máxima del suelo.
- Capacidad de soporte (CBR)
- Índice de plasticidad
- . Y1: Costos.

Los indicadores:

- Operación.
- Mantenimiento.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de investigación

La presente investigación presenta un diseño experimental, porque se está incorporando al material de afirmado proveniente de la cantera y subrasante, diferentes dosis de cada uno de los tres estabilizadores de suelos a estudiar, para evaluar el efecto que tendrían en el comportamiento físico mecánico del material.

La metodología de trabajo para el diseño experimental de la presente tesis, consistió en la ejecución de trabajos de campo, trabajos en laboratorio y desarrollo en gabinete, siguiendo el proceso siguiente:

- Recopilación, evaluación e inventario de la vía existente.
- Prospección geotécnica de la zona.
- Ubicación y ejecución de calicatas exploratorias.
- Toma de muestras alteradas de subrasante.
- Ubicación de canteras en cada una de las vías.
- Muestreo insitu en cantera para el análisis de material afirmado.
- Ensayos de campo y laboratorio.
- Análisis y evaluación de la información recopilada
- Cálculos y diseño de pavimento.
- Comparación de resultados con los estabilizadores de suelos.
- Elaboración del Informe de tesis.

Las actividades a desarrollar de forma particular por cada uno de ellos:

3.1. FASE 01

Trabajos de Campo, comprendiendo:

- Recopilación y evaluación de la información existente.
- Prospección geotécnica de la zona.
- Ubicación y ejecución de calicatas exploratorias.
- Toma de muestras alteradas de subrasante.
- Ubicación de canteras y muestreo de material de cada cantera.

Se realizaron muestreos en campo mediante calicatas en las canteras a considerar para los trabajos de afirmados. En el muestreo se realizaron los registros de exploraciones, en los que se indican las diferentes características de los estratos subyacentes, tales como tipo de suelo, espesor del estrato, color, plasticidad, consistencia y/o compacidad, etc.

3.2. FASE 02

Trabajos de Laboratorio, comprendiendo:

- Ensayos en subrasante y cantera natural.
- Ensayos en cantera dosificaciones.

Se realizó ensayos de laboratorio para poder identificar y determinar las características de los materiales a lo largo del tramo, sobre los muestreos en base al Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras del MTC (2000) y la Norma del American Society for Testing and Materials (ASTM).

Ensayos de Laboratorio

1) Características Físicas:

- Análisis Granulométrico (AASHTO T88, ASTM D422, MTC E204)
- Límites de Consistencia (AASHTO T89, ASTM D4318, MTC E110/111)
- Límites de Contracción (AASHTO T92, ASTM D 427, MTC E112)
- Contenido de Humedad (ASTM D2216, MTC E108)

2) Características Mecánicas

- Próctor Modificado (AASHTO T180, ASTM D1557, MTC E115)
- C.B.R. (AASHTO T 193, ASTM D1883, MTC E132)

CBR con 03 dosificaciones por cada estabilizador. Con la finalidad de encontrar la dosificación adecuada.

a. Descripción de los ensayos de laboratorio

- Análisis Granulométrico de Agregados Gruesos y Finos

Determinar, cuantitativamente, los tamaños de las partículas de agregados gruesos y finos de un material, por medio de tamices de abertura cuadrada.

Se determina la distribución de los tamaños de las partículas de una muestra seca del agregado, por separación a través de tamices dispuestos sucesivamente de mayor a menor abertura.

Determinación del Límite Líquido de los Suelos

El límite líquido de un suelo es el contenido de humedad expresado en porcentaje del suelo secado en el horno, cuando éste se halla en el límite entre el estado plástico y el estado líquido.

Determinación del Límite Plástico e Índice de Plasticidad

Es la determinación en el laboratorio del límite plástico de un suelo, y el cálculo del índice de plasticidad (I.P.) si se conoce el límite líquido (L.L.) del mismo suelo.

Se denomina límite plástico (L.P.) a la humedad más baja con la que pueden formarse barritas de suelo de unos 3 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se desmoronen.

Ensayo para Determinar el Contenido de Humedad de Un Suelo

La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas.

Ensayo para Determinar el C.B.R. de un Suelo

Describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, que es muy conocido, como CBR (California Bearing Ratio). El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad. Este índice se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de afirmado. Esta norma hace, referencia a los ensayos para determinación de las relaciones de peso unitario-humedad, usando un equipo normal (estándar) o modificado, normas MTC E141 y 142.

- Con los materiales de cantera de afirmado y con estabilizadores se procederán a realizar el procedimiento indicado anteriormente con curado a los 4 días, 7 días para verificar el incremento de la capacidad de soporte del afirmado estabilizado.

3.3. FASE 03

Trabajos de Gabinete

Procesamiento de datos obtenidos en trabajos de campo y comparación del uso de material afirmado versus con material aplicando cada estabilizador, análisis y comparación de resultados, especificaciones técnicas - proceso constructivo con estabilizadores estudiados y finalmente el desarrollo del informe de tesis.

Según el enfoque de clasificación de Hernandez Sampieri (2014), la tesis a realizar es cuantitativa, y el alcance según su definición es descriptivo, ya que se pretende analizar cómo se comporta la variable estabilización del suelo ante la adición de los estabilizadores poliacrilamida aniónica, organosilano y un sulfonato.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población de estudio

El tramo aplicado está ubicado en el departamento de Ancash, a una altitud sobre los 2,000 m.s.n.m.

Se considera para la presente tesis un tramo de longitud aproximada de 10 km. Como se muestra en la Figura 1: Mapa de ubicación

Muestra

Dentro del departamento se seleccionaron como muestras, en el tramo donde se evaluó las características de suelos de las subrasante de las carreteras y el material de las canteras para determinar sus características físicas mecánicas para la utilización como material de afirmado estabilizado.

La cantidad de ensayos y muestras se detallan en la Tabla 6, que comprende muestras de ensayos en afirmado natural con cantera 01 , 02 y subrasante, ensayos con estabilizador 1, 2 y 3 con dosificación 01, 02 y 03.

Tabla 6*Cantidad de muestras a ensayar*

Descripción	Cant.	Ensayos	Total ensayos	Muestras	Total Muestras
Afirmado Natural					7
caracterización	1	1	1	1	3
abrasión	1	1	1	1	1
Próctor	1	1	1	4	4
CBR	1	1	1	3	3
Subrasante	5	3	15	7	35
Afirmado estabilizado					
cantera Dosificación					21
1, estb 1 1,2,3	3	2	6	7	
cantera Dosificación					21
1, estb 2 1,2,3	3	2	6	7	
cantera Dosificación					21
1, estb 3 1,2,3	3	2	6	7	
TOTAL Tramo 1			37		116

3.3 Técnicas e instrumentos

Técnicas

Las principales técnicas que se utilizó en este estudio fue ubicar bancos de material de mayor volumen, realizar calicatas y obtener muestras en bolsas impermeables y limpias.

Instrumentos

Los instrumentos a utilizar en estas técnicas son:

Equipos para ensayos:

- Contenido de Humedad: Norma MTC E 108, ASTM D 2216

Balanza. - con una precisión, legibilidad y sensibilidad dentro del 0.1 %

Recipiente para Muestra

Fuente de calor. - horno ventilado capaz de mantener la

Temperatura circundante a la muestra en $110\pm 5^{\circ}\text{C}$

- Análisis Granulométrico (AASHTO T 88, ASTM D 422, MTC E 204)

Juego de tamices

Balanza. - con una precisión, legibilidad y sensibilidad dentro del 0.1 % de la carga de ensayo en cualquier punto dentro del rango de uso.

Fuente de calor. - Horno temperatura circundante a la muestra en $110\pm 5^{\circ}\text{C}$.

Bandeja de aluminio.

- Límites de Consistencia (AASHTO T89, ASTM D4318, MTC E110/111)

- Límites de Contracción (AASHTO T92, ASTM D427, MTC E112)

Balanzas

Copa de Casagrande

Taras metálicas

Pipetas para agua

Tablero de vidrio

2) Características Mecánicas

- Próctor Modificado (MTC E115, AASHTO T180, ASTM D1557)

Molde cilíndrico de 4 pulg, 6 pulg

Collar de extensión

Pisón o martillo

Balanza con aproximación de 1gramo

Regla metálica

Tamices o mallas, $\frac{3}{4}$, $\frac{3}{8}$ y N.4

Herramientas de mezcla

- C.B.R. (MTC E132, AASHTO T193, ASTM D1883)

Pisón o martillo

Balanza con aproximación de 1gramo

Regla metálica

Tamices o mallas, $\frac{3}{4}$, $\frac{3}{8}$ y N.4

Prensa de ensayo de capacidad

Molde metálico, cilíndrico de diámetro interior de $152,4 \pm 0,7$ mm. Y altura de $177,8 \pm 0,1$ mm. Debe tener un collarín de extensión metálico de 50,8 mm. de altura y una placa base metálica de 9,5 mm. de espesor, con perforaciones de diámetro igual o menor que 1,60 mm.

- Disco espaciador metálico, cilíndrico, de 150,8 mm. de diámetro y 61,4 mm. de altura.
- Pisón metálico con una cara circular de $50 \pm 0,2$ mm. de diámetro y con una masa de 2500 ± 10 grs. La altura de caída debe ser 305 ± 2 mm. controlada por una guía tubular.
- Pistón de penetración metálico de $50 \pm 0,5$ mm. de diámetro y no menor que 100 mm. de largo.
- Calibre compuesto por dos deformímetros comparadores con indicador de dial, de 0,01 mm. de precisión.
- Sobrecargas, una metálica anular y varias metálicas ranuradas con una masa de 2,27 kgs. cada una y 149,2 mm. de diámetro, con una perforación central de 54 mm. de diámetro.

Herramientas y accesorios de mezcla

3.4 Recolección de datos

Se realizó muestreos en base al Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras del MTC (2000) y la Norma del American Society for Testing and Materials (ASTM).

En campo se realizó un registro de la evaluación de la vía actualmente, mediante inspección visual y algunos ensayos en laboratorio, se realizó el procesamiento cuyos resultados se tabula en tablas y algunas gráficas.

Para la subrasante, se realizaron una observación de campo, se excavaron las calicatas a razón de 2 kilómetros, en forma alternada izquierda y derecha y dentro del ancho de la vía, con una profundidad mínima de 1.50m, se tomaron las muestras para realizar los ensayos de Laboratorio de cada estrato de cada calicata de tal modo que podamos obtener sus propiedades físicas y mecánicas.

Para las Canteras de afirmado, se identificó y se ubico respecto al tramo en estudio, registrándose vistas fotográficas. Se exploraron mediante calicatas de 3m de profundidad, las cuales se tomaron las muestra de estratos que se verificaron sus propiedades por lo que se realizará ensayos estándares según EM – 2000, para su clasificación y capacidad portante.

Así mismo se recolectó información de otras tesis, la cuales formaron parte de la evaluación, también se ordenaron mediante Tablas.

3.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

La tesis desarrollo la evaluación de los datos recopilados, procesándolos a través de hojas de cálculo excel, Inventario de daños en la superficie de rodadura. Los datos de la subrasante obteniéndose las características físicas las cuales se analizó para el diseño del pavimento afirmado obteniéndose el espesor de la capa de afirmado: mediante los métodos

Método USASE

Método NAASRA

Método del catálogo estructural de superficie de rodadura, del Manual de diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito

Método del catálogo de capas de revestimiento granular.

Finalmente la selección del espesor de Afirmado y su gradación, sin estabilización y luego se realizó el análisis con el incremento de Estabilizadores.

Todos los métodos relacionan el valor soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el afirmado, expresada en número de repeticiones de ejes equivalentes (EE).

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Descripción general de la investigación

Para carreteras de bajo volumen de tránsito el diseño del espesor de la capa de rodadura se calcula a través del método USACE o NAASRA (ejes equivalentes inferiores o iguales a 10^6), con ello se determina el espesor de material de afirmado a colocar, en este tramo el IMD es menor a 20, por lo que el espesor es 0.15m.

Los materiales de canteras ubicados en las carreteras o camino vecinales generalmente no cumplen con los requisitos de calidad como observamos en el tramo de aplicación Poncos Kochayoc.

Los materiales de afirmado que se ensayaron son: de la cantera 1 y cantera 2 y material propio de la subrasante que presentaban gravas.

Se realizó los ensayos a los materiales para determinar sus características físico mecánicas obteniéndose los resultados mostrados en las tablas 11, 12 y 13, los cuales no cumplían con los requisitos de calidad recomendados para material de afirmado en las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG 2013), por lo que se evaluó la propuesta de mejoramiento del material con la adición de 3 estabilizadores químicos, poliacrilamida aniónica, organosilano y sulfonato.

Todo los ensayos realizados para determinar las características físico mecánicas; granulometría, índice de plasticidad, Proctor y CBR se adjuntan en Anexos (Anexo A.1.1), por lo que solo se presentan los resultados de dichos ensayos.

En las figuras 5 y 6 se muestra el estado actual del tramo en aplicación.



Figura 5: Vista del km. 5+000 del tramo de vía en Ancash



Figura 6: Se muestra el estado de la vía

4.2 Parámetros de calidad según normativa

Según los manuales y documentos técnicos de carácter normativo, establecen parámetros de calidad así como la frecuencia de los ensayos a realizar, lo que permite verificar y controlar la calidad de los materiales a utilizar.

- Los parámetros de calidad según las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG 2013), para materiales de afirmado, son los siguientes:

Tabla 7

Gradaciones granulométricas del afirmado

Tamiz	Porcentaje que pasa					
	A-1	A-2	C	D	E	F
50 mm (2")	100	-				
37,5 mm (1 ½")	100	-				
25 mm (1")	90-100	100	100	100	100	100
19 mm (¾")	65-100	80-100				
9,5 mm (¾")	45-80	65-100	50-85	60-100		
4,75 mm (N.º4)	30-65	50-85	35-65	50-85	55-100	70-100
2,0 mm (N.º10)	22-52	33-67	25-50	40-70	40-100	55-100
425 µm (N.º40)	15-35	20-45	15-30	25-45	20-50	30-70
75 µm (N.º200)	5-20	5-20	5-15	5-20	6-20	5-25

Fuente: AASHTO M-147

Requisitos de calidad para los afirmados

Limite líquido : 35% Max.

Índice Plástico : 4 - 9%

Desgaste los Ángeles : 50% Máx.

CBR : 40% Min. (Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de carga de 0.1" (2.5 mm))

Ensayos y frecuencias

En la tabla 8 se muestra la frecuencia de ensayos a realizar en el material de afirmado.

Tabla 8

Frecuencia de ensayos en afirmado

Material o Producto	Propiedades y características	Método de ensayo	Norma ASTM	Norma AASHTO	Frecuencia (1)	Lugar de muestreo
Afirmado	Granulometría	MTC E 204	C 136	T27	1 cada 750 m ³	Cantera (2)
	Límites de Consistencia	MTC E 111	D 4318	T89	1 cada 750 m ³	Cantera (2)
	Abrasión los Ángeles	MTC E 207	C 131	T96	1 cada 2.000 m ³	Cantera (2)
	CBR	MTC E 132	D 1883	T193	1 cada 2.000 m ³	Cantera (2)
	Densidad Humedad	- MTC E 115	D 1557	T180	1 cada 750 m ³	Pista
	Compactación	MTC E 117 MTC E 104	D 1556 D 2922	T191 T238	1 cada 250 m ³	Pista

Notas:

(1) O antes, sí por su génesis, existe variación estratigráfica horizontal y vertical que originen cambios en las propiedades físico -mecánicas de los agregados. En caso de que los metrados del Proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de casa propiedad o característica.

(2) Material preparado previo a su uso.

- Los parámetros de calidad según las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG 2013), para materiales de afirmado estabilizado con productos químicos, son los siguientes:

La granulometría del material a estabilizar puede corresponder a los siguientes tipos de suelos A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7.

Además el tamaño máximo no podrá ser mayor de 5 cm (2") o 1/3 del espesor de la capa compactada.

Límite líquido : 40% Max.

Índice Plástico : 6 - 12%

Desgaste los Ángeles : 50% Máx.

SO₄⁼ : <0.2% peso

CBR : No indica

Tabla 9*Relación de ensayos y normativas para determinación de características físicas*

Material o Producto	Propiedades y características	Método de ensayo	Frecuencia (1)	Lugar de muestreo
Suelo estabilizado con productos químicos	Granulometría	MTC E 107	750 m ³	Pista
	Índice plástico	MTC E 111	750 m ³	Pista
	Relación Densidad - Humedad	MTC E 115	500 m ³	Pista
	CBR	MTC E 132	500 m ³	Pista
	Compactación	MTC E 117	Cada 250 m ²	Pista
		MTC E 124		
	Abrasión	MTC E 207	2.000 m ³	Pista
Durabilidad (2)	MTC E 209	2.000 m ³	Pista	

Notas:

1. O antes, si por su génesis, existe variación estratigráfica horizontal y vertical que originen cambios en las propiedades físico - mecánicas de los agregados. En caso de que los metrados del Proyecto no alcance las frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada propiedad y/o características.

2. Ensayo exigido para capas estructurales en zonas con altitud mayor a 3.000 mm

- Los parámetros de calidad según Documento técnico Soluciones básicas en carreteras no pavimentadas – 2015 (carácter normativo) , son los siguientes:

En la Tabla 10 se muestra las especificaciones técnicas con los parámetros exigidos para suelo estabilizados con Cemento, Emulsión Asfáltica, Cal, Sales, Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)

Los estabilizadores estudiados en la investigación pertenecen a Productos químicos; polímero poliacrilamina aniónica de nombre comercial Polycom, derivado organoxilano de nombre comercial Terrasil y derivado sulfonatado de nombre comercial Iss 2500.

Tabla 10*Especificaciones técnicas de tipos de estabilizadores y parámetros*

Suelo estabilizado con	Parámetros
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 = 14% 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 en 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 $\leq 0.5\%$

Notas:

(*) CBR corresponde a la penetración de 0.1"

Entre los ensayos a realizar se precisa el ensayo de CBR describiéndose a continuación la particularidad para el caso de suelo estabilizados.

CBR en suelo estabilizado:

El procedimiento es el mismo variando en el tiempo de curado, según información de proveedores de estabilizadores es a mayor tiempo de curado mejor es el resultado.

En la presente tesis se ha evaluado con curado bajo sombra a 7 días, de acuerdo a lo considerado en el manual del MTC soluciones básicas en carreteras no pavimentadas.

Cabe recalcar que para un correcto ensayo se debe realizar previamente ensayo de Próctor modificado con adición del estabilizador en el agua, para evitar errores en el cálculo de la cantidad de agua.

4.3 Resultados

Características geotécnicas de subrasante

Para el tramo en aplicación se realizó ensayos a la subrasante cuyas características geotécnicas se muestran en el Tabla 11 y 12. En el Anexo A.1.1 se adjuntan los ensayos, por lo que solo se presentan los resultados de dichos ensayos.

Tabla 11

Resumen de características físicas de suelos de subrasante

Km	% Pasan N° 200	% Ret. N°4	LL (%)	IP (%)	Clasificación SUCS	Nombre de Grupo
1+000	18.84	57.1	31	12	GC	Grava arcillosa con arena
2+000	8.56	52.0	27	11	GW-GC	Grava bien graduada con arcilla y arena
3+000	16.34	42.7	25	7	GC	Grava arcillosa con arena
4+000	35.15	17.5	34	13	SC	Arena arcillosa con grava
5+000	23.88	48.2	28	6	GC-GM	Grava arcillosa limosa con arena
6+000	66.54	19.5	38	14	CL	Arcilla de baja plasticidad y grava
7+000	34.93	18.1	28	8	SC	Arena arcillosa con grava
8+000	28.81	46.9	26	7	GC-GM	Grava arcillosa limosa con arena
9+000	23.39	34.9	28	8	SC	Arena arcillosa con grava
10+000	14.46	50.6	30	7	GM	Grava limosa con arena

Tabla 12*Resumen de características mecánicas de suelos de subrasante*

km	Mds	% optimo de humedad	CBR 95 %	CBR 100 %
1+000	2120	9.2	28.6	49
3+000	2165	7.5	22.4	39.4
5+000	2164	8	29	52.2
7+000	1920	11.9	8.1	12.5
9+000	2170	7.7	40.5	74.5

Características geotécnicas de materiales para uso de afirmado**Tabla 13***Resultados de características de materiales a utilizar como afirmado*

Muestra	% Pasan N° 200	% Ret. N°4	LL (%)	IP (%)	Clasificación SUCS	Nombre de grupo
Subrasante	17.7	45.6	28	6	GC-GM	Grava arcilloso limosa
20+000	30.18	37.4	31	12	GC	Grava arcillosa con arena
50+000	26.7	46.7	32	11	GC	Grava arcillosa con arena

Debido a que las propiedades físico mecánicas de los materiales de las canteras no cumplen y/o están cumpliendo mínimamente con los requisitos de calidad contempladas en las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG 2013), el motivo de la presente investigación es la evaluación con estabilizadores de suelo a diferentes dosificaciones para obtener el comportamiento en relación al tipo de material.

Ensayos con estabilizador de suelos

De los materiales seleccionados para afirmado se ha adicionado el estabilizador de suelo a cada una de ellas con 03 dosificaciones, tal como se muestra en la tabla 14.

Tabla 14

Relación de material con dosificaciones a aplicar

Material afirmado	Estabilizador 1	Estabilizador 2	Estabilizador 3
Cantera 1	Dosif. 1, 2, 3	Dosif. 1, 2, 3	Dosif. 1, 2, 3
Cantera 2	Dosif. 1, 2, 3	Dosif. 1, 2, 3	Dosif. 1, 2, 3
Subrasante	Dosif. 1, 2, 3	Dosif. 1, 2, 3	Dosif. 1, 2, 3

Los estabilizadores estudiados son productos químicos; un polímero poliacrilamida aniónica POLICOM, un derivado organosilano TERRASIL y un sulfonatado ISS2500, mostrados en la figura 7.



Figura 7: Se muestra los 03 estabilizadores estudiados, el primero un derivado organosilano, el segundo el polímero y el tercero un derivado sulfonatado.

Se realizó los ensayos para determinación de características físico mecánicas de material propio subrasante con los 03 estabilizadores, con 03 dosificaciones una de ellas recomendadas por los proveedores.



Figura 8: Tendido y secado de muestra en el laboratorio.



Figura 9: Separación de muestras en bandejas para ensayos de laboratorio.



Figura 10: Se observa la medición y pesaje del estabilizador químico poliacrilamida aniónica



Figura 11: Se observa estabilizadores de suelos mezclados con agua.



Figura 12: Muestras combinadas con los 3 tipos de estabilizadores químicos



Figura 13: Apisonamiento en 5 capas de la muestra combinada



Figura 14: Curado a temperatura ambiente de los moldes de CBR por 7 días. Luego se sumergió en agua por 4 días.



Figura 15: Tomando medidas en prensa CBR

Los ensayos de Relación Soporte California y Próctor Modificado, se realizaron a las muestras anteriores, con diferentes dosificaciones, efectuados de acuerdo a las Normas de la American Society For Testing and Materiales (A.S.T.M), detallados en el capítulo 2. De donde se adjuntan en Anexos (Anexo A.1.1), por lo que solo se presentan los resultados de dichos ensayos.

En la tabla 15 se muestra que el estabilizador poliacrilamida aniónica con los 3 suelos al 0.02% en peso llega a mayor aumento de capacidad portante.

En la tabla 15 también podemos observar que el estabilizador poliacrilamida aniónica tiene un mejor resultado en material grava arcillosa con arena (GC) con un IP de 11. De igual forma con material Grava arcillosa con arena (GC), con plasticidad de un IP = 14 muestra un aumento de capacidad portante, lo que no ocurre con material de subrasante que tiene un IP =6.

Tabla 15

Resultados de Ensayos de Laboratorio con estabilizador poliacrilamida aniónica

	Poliacrilamida aniónica					
% En peso	0.005	0.01		0.02%		
Dosificación (kg/m ³)	0.1	0.19		0.38		
CBR	CBR	CBR	CBR	CBR	CBR	CBR
	95%	100%	95%	100%	95%	100%
Subrasante	24.2	37.9	39.4	31.4	39.6	50.2
Cantera 1	23.7	38.1	40.5	66.6	53.2	79.8
Cantera 2	25	34.4	32	57.6	54.2	86.3

En la tabla 16 se muestra que el estabilizador Organosilano con los 3 suelos al 0.05% en peso llega a mayor aumento de capacidad portante.

De donde se adjuntan en Anexos (Anexo A.1.1), por lo que solo se presentan los resultados de dichos ensayos.

En la tabla 16 también podemos observar que el estabilizador derivado Organosilano tiene un mejor resultado en material grava arcillosa con arena (GC) con un IP de 11.

Tabla 16*Resultados de ensayos de laboratorio con estabilizador organosilano*

	Organosilano					
% En peso	0.02	0.03		0.05		
Dosificación (kg/m ³)	0.5	0.75		1		
CBR	CBR	CBR	CBR	CBR	CBR	CBR
	95%	100%	95%	100%	95%	100%
Subrasante	40	25.2	40.6	59.5	46.8	76.7
Cantera 1	21.9	36	41.7	62.7	51.8	74.3
Cantera 2	21.8	36.4	43	66.5	54	80.1

En la tabla 17 se muestra que el estabilizador Sulfonatado con los 3 suelos al 0.02% en peso llega a mayor aumento de capacidad portante.

En la tabla 17 también podemos observar que el estabilizador Sulfonatado tiene un mejor resultado en material grava arcillosa con arena (GC) con un IP de 11.

Tabla 17*Resultados de ensayos de laboratorio con estabilizador sulfonatado*

	Sulfonatado					
% En peso	0.005	0.01		0.02		
Dosificación (kg/m ³)	0.15	0.23		0.46		
CBR	CBR	CBR	CBR	CBR	CBR	CBR
	95%	100%	95%	100%	95%	100%
Subrasante	22.8	38.1	35.1	46	49.1	69.5
Cantera 1	20	34.4	33.5	59.3	42.4	63.5
Cantera 2	19.4	33.3	39	63	45.1	74.3

Resultados de ensayos de aditivos con otros suelos en otros tramos.

Se ha verificado resultados con materiales de otros tramos con la finalidad de tener un mayor alcance sobre su efectividad.

Tabla 18

Resultados de ensayos de laboratorio con estabilizador químico poliacrilamida aniónica

Clasificación SUCS	Descripción Tipo de Suelo	CBR	
		Suelo Natural	Suelo con Polímero
SC / (A-2-4(0))	Arena Arcillosa de baja plasticidad	19	25
GW-GM/(A-2-4(0))	Grava Limpia-Grava Limosa	80	95
GP-GC/(A-2-4(0))	Grava Mal Gradada-Arcillosa	46	100

Tabla 19

Resultados de ensayos de laboratorio con estabilizador derivado organosilano

Clasificación SUCS	Descripción Tipo de Suelo	CBR	
		Suelo Natural	Suelo con Organosilano
SC / (A-2-4(0))	Arena Arcillosa de baja plasticidad	19	44
GW-GM/(A-2-4(0))	Grava Limpia-Grava Limosa	80	95
GP-GC/(A-2-4(0))	Grava Mal Gradada-Arcillosa	46	100

Tabla 20

Resultados de ensayos de laboratorio con estabilizador derivado sulfonatado

Clasificación SUCS	Descripción Tipo de Suelo	CBR	
		Suelo Natural	Suelo con Sulfonatado
SC / (A-2-4(0))	Arena Arcillosa de baja plasticidad	19	42
GW-GM/(A-2-4(0))	Grava Limpia-Grava Limosa	80	85
GP-GC/(A-2-4(0))	Grava Mal Gradada-Arcillosa	46	52

En las tablas 18,19 y 20 podemos observar que el estabilizador derivado de Organosilano y Sulfonatado responden mejor en suelos que contiene arcilla, a diferencia del polímero.

En la tabla 21 se muestra ensayo químico del agua utilizada para los ensayos, el cual es de tramo en aplicación.

Los demás ensayos realizados en Lima se utilizaron agua potable.

Análisis físico-químicos del Agua

Tabla 21

Resultados de ensayos de laboratorio con estabilizadores químicos

Parámetro	Tolerancia	Fuente de agua	
		FA	OBS
Sulfatos (SO ₄) (ppm)	1000 (*)	38	OK
Cloruros (Cl ⁻) (ppm)	1000 (*)	15	OK
Sales Solubles Totales (ppm)	5000	61	OK
PH	5.5 - 8.0 (*)	7	OK
Materia orgánica (ppm)		0.02	OK

Ensayo de Durabilidad

Para determinar la durabilidad de agregados, se realizó el ensayo de Análisis Físicoquímico mediante el Índice de Durabilidad, que determinará la durabilidad de agregados y nos permite la precalificación para la propuesta de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la Sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando la poliacrilamida aniónica, organosilano y sulfonato. Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 22*Resultados de ensayos de durabilidad con poliacrimilamida anioniaca*

Poliacrimilamida Anioniaca		
Muestra	M – 1	
Parametro	A.Fino	A.Grueso
Indice de durabilidad,% MTC E 214	40	60

Tabla 23*Resultados de ensayos de durabilidad con organosilano*

Organosilano		
Muestra	M – 1	
Parametro	A.Fino	A.Grueso
Indice de durabilidad,% MTC E214	35	40

Tabla 24*Resultados de ensayos de durabilidad con sulfonatado*

Sulfonatado		
Muestra	M – 1	
Parametro	A.Fino	A.Grueso
Indice de durabilidad,% MTCE214	45	70

En las tablas 22, 23 y 24 podemos observar que el estabilizador derivado de Sulfonatado y el polimero responden mejor a diferencia que el estabilizador derivado de Organosilano.

4.4 Análisis de Resultados

Análisis técnico

Características de materiales para afirmado

Los materiales para ser utilizado como afirmado deben cumplir las características de suelo que permita ser utilizado como capa estructural y parámetros mínimos contemplados en las especificaciones técnicas de EG2013.

La procedencia del material para ser utilizado como afirmado puede ser de: cantera de cerro, material del suelo y/o mezcla de canteras los cuales deben ser analizados con ensayos que confirmen la calidad y potencia requerida.

Los trabajos de campo se orientaron a explorar el sub suelo, mediante la ejecución de calicatas y se tomaron muestras disturbadas de cada una de las exploraciones ejecutadas, las mismas que fueron remitidas para ensayos de laboratorio.

Los trabajos de laboratorio se orientan a determinar las características físicas, mecánicas y químicas de los suelos obtenidos del muestreo, las que servirán de base para determinar sus características y proponer su uso.

Se identificó materiales de afirmado, cuyas características son las siguientes:

- Subrasante. Material insitu considerando en el perfil técnico grava arcillosa limosa con un porcentaje de finos de 23.82% con plasticidad media con $IP = 6$ y no entra a ninguna curva o huso granulométrico no cumpliendo con las especificaciones para un material de afirmado.
- Cantera 1 ubicado una distancia de 20km Material para afirmado considerado en el perfil técnico de Grava arcillosa con arena (GC) con un porcentaje de finos mayor al 30.38% con plasticidad de un $IP = 14$; esta cantera no cumple con las especificaciones técnicas para un material de afirmado.
- Cantera 2 ubicado a una distancia de 50km. Material de Grava arcillosa con arena (GC) con un porcentaje mayor de finos de 26.70% con plasticidad $IP = 11$; esta cantera no cumple con la gradación requerida para material de afirmado.

En la tabla 25 se muestra los resultados de ensayos de materiales de afirmado en estado natural, analisandose que no cumplen los requisitos de calidad como material de afirmado exigidos en la norma EG-2013.

Tabla 25

Resultados de ensayos de laboratorio en material natural

Material para afirmado	Distancia km	Clasificación SUCS	IP	CBR
Subrasante	0	GC-GM	6	55.4
Cantera 1	15	GC	14	25.3
Cantera 2	30	GC	11	27.4

Ensayos de laboratorio de canteras con estabilizadores

Se efectuaron gráficos y tablas de los valores obtenidos por cada estabilizador químico (03 dosificaciones) aplicado a los materiales de subrasante y canteras de acuerdo a las especificaciones técnicas EG-2013 para caminos en estabilizadores químicos. Analizandose lo siguiente:

Las figuras 16, 17 y 18, muestra una comparación de resultados de CBR al 100% de los suelos con diferentes 3 dosificaciones por cada estabilizador químico.

Estabilizador 1 Poliacrilamida aniónica

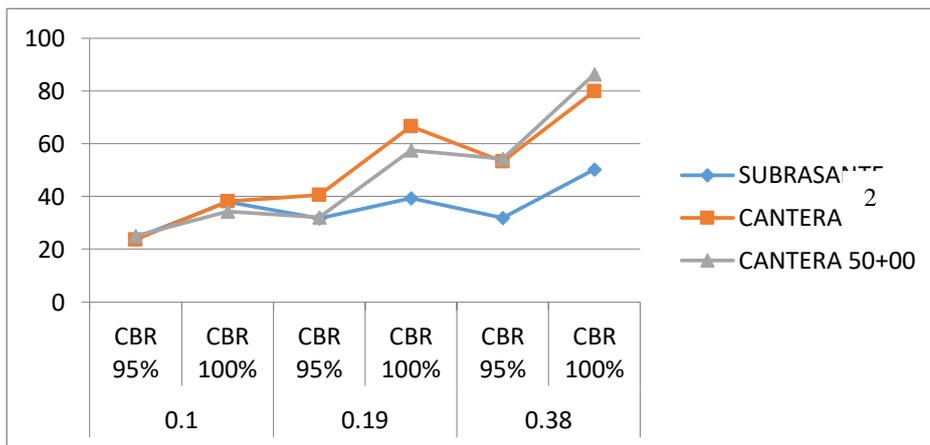


Figura 16: CBR de material con 3 dosificaciones con estabilizador Poliacrilamida aniónica.

Estabilizador 2 organosilano

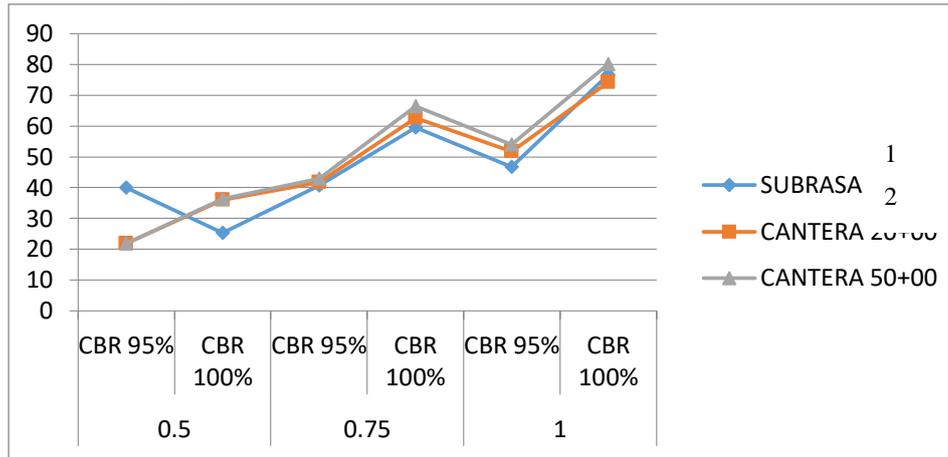


Figura 17: CBR de material con 3 dosificaciones con estabilizador Organosilano.

Estabilizador 3 sulfonatado

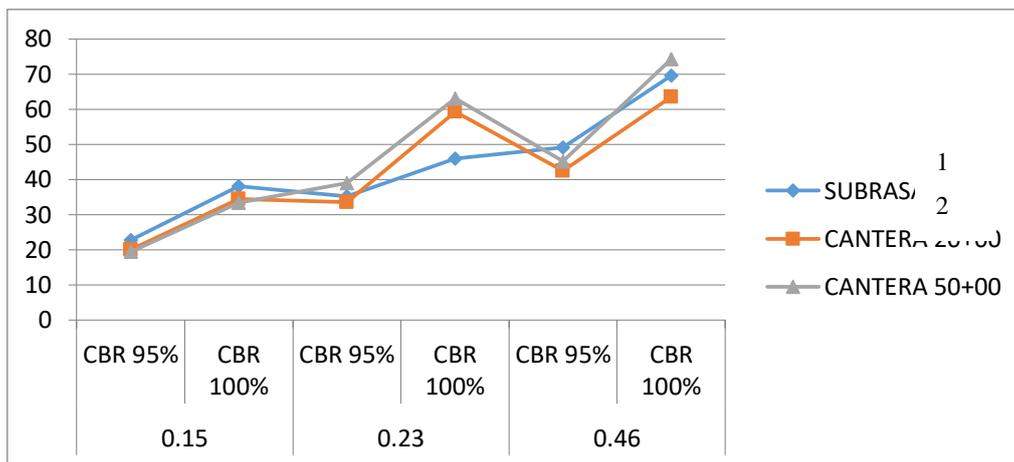


Figura 18: CBR de material con 3 dosificaciones con estabilizador Sulfonatado.

En la tabla 26 se verifica que el material de la subrasante muestra mejor comportamiento con el estabilizador organosilano.

La característica del material de subrasante (GC – GM) en estado natural en su granulometría presenta arcillas con limos con gran cantidad finos que están fuera de la curva del huso granulométrico para afirmados, además presenta un $IP = 06$, $LL = 28$ y el % que Pasa $N^{\circ}200 = 23.82\%$, por lo que no cumple con los requisitos de calidad.

Tabla 26

Resultados de ensayos de laboratorio con material de subrasante y estabilizadores químicos estudiados

CBR	CBR	CBR	CBR	CBR	CBR	CBR
	95%	100%	95%	100%	95%	100%
Subrasante poliacrilamida aniónica	24.2	37.9	31.4	39.6	31.8	50.2
Subrasante + estab organosilano	40	25.2	40.6	59.5	46.8	76.7
Subrasante + estab sulfonatado	22.8	38.1	35.1	46	49.1	69.5
Subrasante natural	18.6	55.4				
Mínimo requerido	40	40				

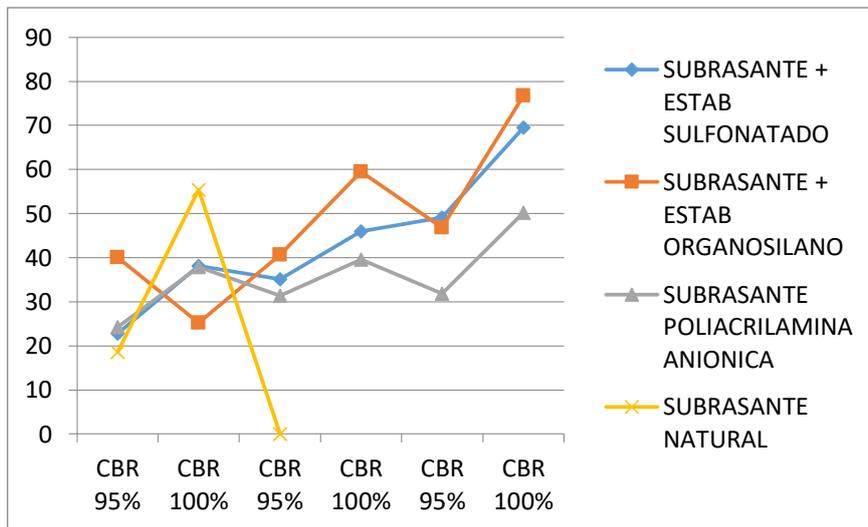


Figura 19: Comparación de subrasante con estabilizadores

En la tabla 27 se verifica que el material de la cantera 1 (GC) tiene mejor comportamiento con el estabilizador poliacrilamida aniónica.

Tabla 27

Resultados de ensayos de laboratorio con material de cantera 1 y estabilizadores químicos con 3 dosificaciones

CBR	CBR	CBR	CBR	CBR	CBR	CBR
	95%	100%	95%	100%	95%	100%
Cantera 20+00 + estab. Poliacrilamida	23.7	38.1	40.5	66.6	53.2	79.8
Cantera 20+00 + estab. Organosilano	21.9	36	41.7	62.7	51.8	74.3
Cantera 20+00 + estab. Sulfonatado	20	34.4	33.5	59.3	42.4	63.5
Cantera 20+00 natural	14	25.3				

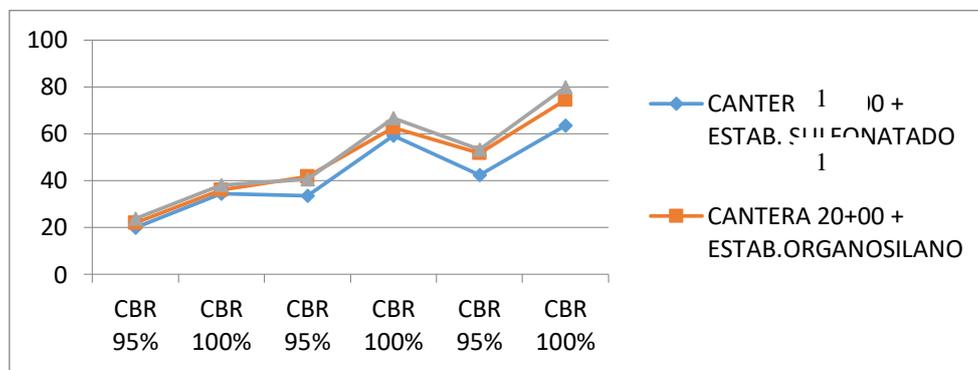


Figura 20: Comparación de cantera 1 con estabilizadores

La característica del material de subrasante (GC grava arcillosa) en estado natural es que en su granulometría presenta muchos finos plásticos que están fuera de la curva del huso granulométrico para afirmados, además presenta un $IP = 14$, $LL = 31$ y el % que Pasa $N^{\circ}200 = 30.38\%$, por lo que no cumple con los requisitos de calidad.

En la tabla 28 se verifica que con el material de la cantera 2 (GC), tiene mejor comportamiento con el estabilizador poliacrilamida aniónica.

Tabla 28

Resultados de ensayos de laboratorio con material de cantera 2 y estabilizadores químicos con 3 dosificaciones

CBR	CBR	CBR	CBR	CBR	CBR	CBR
	95%	100%	95%	100%	95%	100%
Cantera 2 + Estab. Poliacrilamina	25	34.4	32	57.6	54.2	86.3
Cantera 2 + Estab. Organosilano	21.8	36.4	43	66.5	54	80.1
Cantera 2 + Estab. Sulfonatado	19.4	33.3	39	63	45.1	74.3
Cantera 2 Natural	17	27.4				

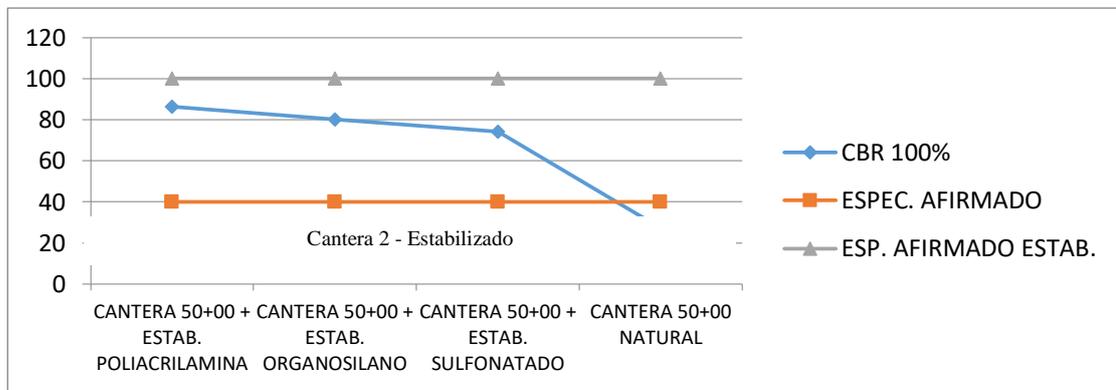


Figura 21: Comparación de cantera 2 con estabilizadores

La característica del material de subrasante (GC grava arcillosa) en estado natural es que en su granulometría presenta muchos finos plásticos que están fuera de la curva del huso granulométrico para afirmados, además presenta un $IP = 11$, $LL = 32$ y el % que Pasa $N^{\circ}200 = 26.70\%$, por lo que no cumple con los requisitos de calidad.

Tabla 29

Resultados de ensayos de laboratorio con material de la cantera 50+000 con estabilizadores químicos estudiados

CBR	CBR 100%	Espec. Afirmado	Esp. Afirmado Estab.
Cantera 2 + estab. Poliacrilamina	86.3	40	100
Cantera 2 + estab. Organosilano	80.1	40	100
Cantera 2 + estab. Sulfonatado	74.3	40	100
Cantera 2 natural	27.4	40	100

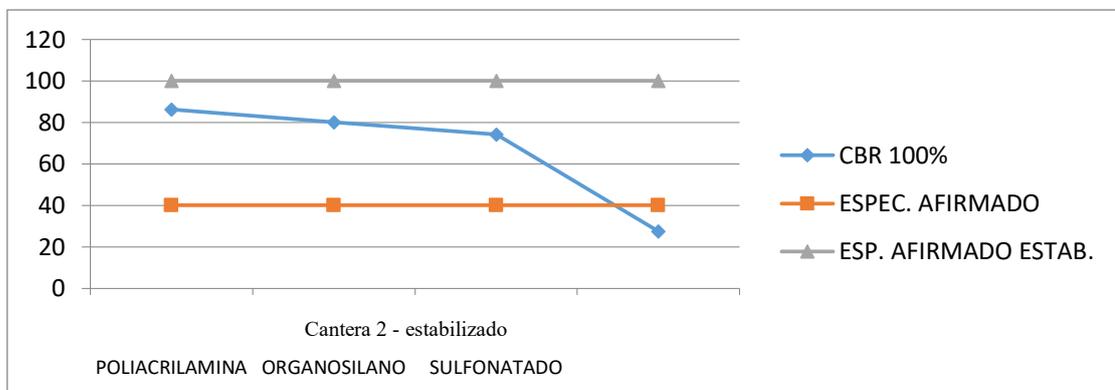


Figura 22: Comparación de resultados de material de cantera 2 con estabilizadores y especificaciones técnicas

Se puede verificar en la tabla 29 y figura 22, que el valor de CBR aumenta considerablemente respecto al material natural de la Cantera 50+000 de 27.4% a un valor de CBR de 86.3% con estabilizador de poliacrilamida, a 80.1% con estabilizador de Organosilano y con menor incremento a 74.3% con el estabilizador de Sulfonatado. Por lo que se obtiene mejor resultado con el estabilizador de Poliacrilamida aniónica.

Tabla 30

Resultados de ensayos de laboratorio con material de la cantera 1 y estabilizadores químicos estudiados

CBR	CBR 100%	Espec. afirmado	Esp. afirmado estab.
Cantera 1+ estab. Poliacrilamina	79.8	40	100
Cantera 1 + estab.Organosilano	74.3	40	100
Cantera 1 + estab. Sulfonatado	63.5	40	100
Cantera 1 natural	25.3	40	100

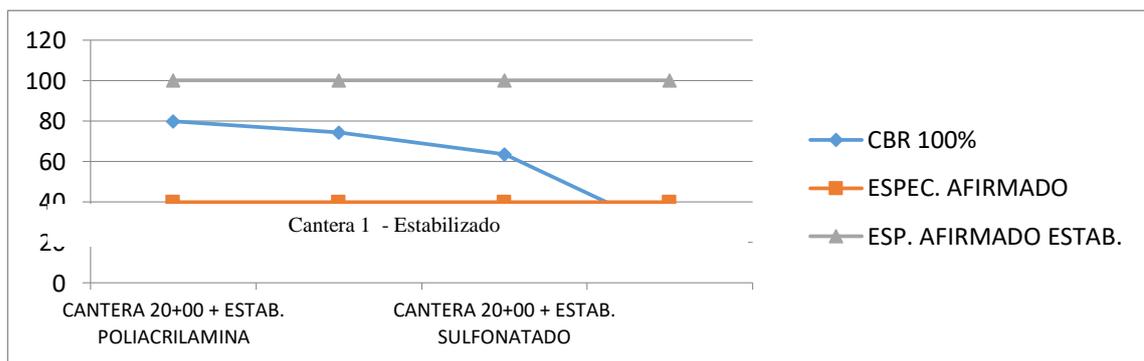


Figura 23: Comparación de resultados de material de la cantera 1 estabilizado vs especificaciones técnicas

Se puede verificar en la tabla 30 y figura 23, que el valor de CBR aumenta considerablemente respecto al material natural de la Cantera 1 de 25.3% a un valor de CBR de 79.8% con estabilizador de poliacrilamida, a 74.3% con estabilizador de organosilano y a 63.5% con estabilizador de sulfonatado.

Teniéndose mejor resultado con el estabilizador de poliacrilamida.

Tabla 31

Resultados de ensayos de laboratorio con material de la cantera 2 y estabilizadores químicos estudiados

CBR	CBR 100%	Espec. Afirmado	Esp. Afirmado estab.
Subrasante poliacrilamida aniónica	50.2	40	100
Subrasante + estab organosilano	76.7	40	100
Subrasante + estab sulfonatado	69.5	40	100
Subrasante natural	55.4	40	100

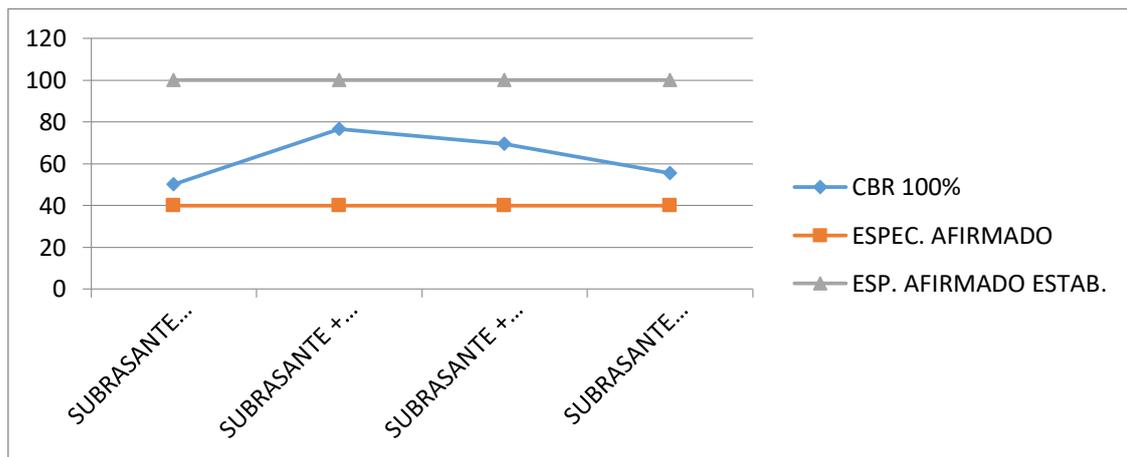


Figura 24: Comparación de resultado de material subrasante con estabilizadores y especificaciones técnicas

De los ensayos realizados con los materiales de Subrasante, Cantera 1 y Cantera 2 con los 3 estabilizadores, se obtuvo valores de CBR por encima de 40% mínimo para afirmados en caminos, en promedio de 80%. En el manual de carreteras "Especificaciones técnicas generales para construcción" (EG-2003). Sin embargo no cumplen las especificaciones técnicas de CBR donde especifica 100%. No cumpliendo con los requisitos de calidad. En el manual de carreteras "Especificaciones técnicas generales para construcción" (EG-2003). En estabilizadores químicos.

Se obtuvo resultados de ensayos con otros tipos de suelos y además de los realizados en la presente investigación.

Análisis del Ensayo de Durabilidad

Se realizó el ensayo de índice de durabilidad con la finalidad de determinar la durabilidad de agregados.

De los ensayos realizados, se obtuvo los valores para el ensayo de durabilidad, de donde se denota que con el tiempo se obtuvo un mejor resultado con el derivado de sulfonato y el polímero.

Análisis económico

Comparación de costos

En el presente capítulo se realiza una estimación de costo para una carretera de 10 km de longitud, se calcula el valor actual de una vía afirmada comparada con una vía estabilizada, como se muestra en las tablas 32 y 33.

Se toma en consideración los siguientes parámetros:

1. Costo solo de afirmado no se considera Costo de Obras preliminares, Movimientos de tierras, obras de arte.
2. Longitud de la vía = 10 kilómetros
3. Ancho de la vía = 5 metros
4. Espesor = 0.15 metros

Tabla 32

Costo actual de afirmado

Año	Inversión	Costo de Operación y Mantenimiento	Flujo de Costos
0	575,000.00		575,000.00
1		53,151.13	53,151.13
2		53,151.13	53,151.13
3		227,800.99	227,800.99
4		53,151.13	53,151.13
5		53,151.13	53,151.13
6		227,800.99	227,800.99
7		53,151.13	53,151.13
8		53,151.13	53,151.13

9		227,800.99	227,800.99
10	57,500	53,151.13	110,651.13
		VACTUAL	1,227,630.33
		VACTUAL (km)	122,763.03

Tabla 33

Costo actual de afirmado estabilizado

Año	Inversión	Costo de Operación y Mantenimiento	Flujo de Costos
0	1,380,000.00		1,380,000.00
1		-33,326.27	-33,326.27
2		-33,326.27	-33,326.27
3		-196,019.07	-196,019.07
4		-33,326.27	-33,326.27
5		-33,326.27	-33,326.27
6		-196,019.07	-196,019.07
7		-33,326.27	-33,326.27
8		-33,326.27	-33,326.27
9		-196,019.07	-196,019.07
10	138,000	-33,326.27	104,673.73
		VACTUAL	945,362.49
		VACTUAL (km)	94,536.25

Costo de mantenimiento

El costo de mantenimiento entre un afirmado y un afirmado estabilizado, en ambos casos siempre es indispensable el mantenimiento.

En el costo de mantenimiento rutinario tenemos actividades y/o partidas que son iguales para un afirmado que para un afirmado estabilizado, siendo las siguientes: Limpieza de derrumbes, desbroce de maleza, obras de arte (limpieza de cunetas, alcantarillas, badenes entre otros), señalización.

La variación de costo entre el uso de un afirmado y afirmados estabilizados se refleja en las siguientes actividades y/o partidas:

Bacheo por tramos

Lastrado y reposición de afirmado

En el costo de mantenimiento periódico tenemos actividades y/o partidas que son iguales para un afirmado que para un afirmado estabilizado, siendo las siguientes:

Trabajos preliminares (trazo y replanteo, movilización de maquinaria), Limpieza de via, obras de arte (limpieza de cunetas, alcantarillas, badenes entre otros), señalización, acondicionamiento de canteras.

Bacheo por tramos

Lastrado y reposición de afirmado

Perfilado y compactado

Reposición de afirmado

El costo de mantenimiento de un afirmado es del triple aproximadamente respecto a un afirmado estabilizado, en muchos casos la reposición del afirmado es casi en su totalidad.

Para nuestro caso como el afirmado solo en si no cumple con las especificaciones técnicas no se realiza la comparación.

Contrastación de Hipótesis

Se acepta la hipótesis 1 ya que se ha demostrado que excluyendo factores de clima, agua, altitud, proceso constructivo y considerando las propiedades naturales del material de afirmado de las canteras del tramo Poncos – Kochayoc (Ancash), la mejor opción en de estabilización en cuanto a su comportamiento físico mecánico, se lograría empleando una dosificación de poliacrilamida aniónica de 0.02% en peso.

Se acepta la hipótesis 2 ya que se ha demostrado que excluyendo factores de clima, agua, altitud, proceso constructivo y considerando las propiedades naturales del material de afirmado de las canteras del tramo Poncos – Kochayoc (Ancash), la mejor opción en de estabilización en cuanto a costos, se lograría empleando una dosificación de poliacrilamida aniónica de 0.02% en peso.

Por lo expuesto anteriormente se acepta la hipótesis general, Se acepta la hipótesis 1 ya que se ha demostrado que excluyendo factores de clima, agua, altitud, proceso constructivo y considerando las propiedades naturales del material de afirmado de las canteras del tramo Poncos – Kochayoc (Ancash), la mejor opción en de estabilización en cuanto a su comportamiento físico mecánico y de costos, se lograría empleando una dosificación de la poliacrilamida aniónica de 0.02% en peso.

CAPÍTULO V : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. La mejor opción a partir de los estudios experimentales a nivel de laboratorio se obtiene con el estabilizador tipo poliacrilamida aniónica, considerando las propiedades naturales del material de afirmado de las canteras 1 y 2 del tramo Poncos – Kochayoc (Ancash), al 0.02% en peso (4gr/m^3), incrementando significativamente la capacidad de soporte CBR considerando 7 días de curado.
2. El comportamiento estructural en que se encuentran en la actualidad las vías en el tramo Poncos – Kochayoc (Ancash) es intransitable, material gravoso arcilloso con baches.
3. La dosificación óptima del estabilizador de suelo poliacrilamida aniónica, para mejorar significativamente el comportamiento físico mecánico del suelo en la vía Poncos – Kochayoc (Ancash), en función de las características físico mecánicas del material afirmado de las canteras que es una grava arcillosa con arena con un índice de plasticidad de 11 a 14.
4. Las dosificaciones óptimas de los estabilizadores de suelos Organosilano, para mejorar significativamente el comportamiento físico mecánico del suelo en la vía Poncos – Kochayoc (Ancash), en función de las características físico mecánicas del material afirmado de las canteras de la zona es del 0.05% en peso, considerando que el material es una grava arcillosa con arena con índice de plasticidad de 11 a 14. Y mejor comportamiento con material de subrasante grava arcillosa limosa con índice de plasticidad de 6. Sin embargo con el ensayo de índice de durabilidad no se obtuvo buen resultado.
5. Con el estabilizador tipo Sulfonatado, en el tramo Poncos – Kochayoc, con los 03 suelos estudiados, se obtuvo resultados con la dosificación de 0.02% en peso, considerando que el material es una grava arcillosa con arena con índice de plasticidad de 6 con porcentaje de retenidos de finos de 23%.

6. Se concluye que el valor de CBR aumenta el material de la subrasante muestra mejor comportamiento con el estabilizador organosilano, el cual el CBR se incrementa en a 76.7%, con estabilizador de poliacrilamida, a 50.2% y con estabilizador sulfonatado a 69.50, concluyendo que el estabilizador sulfonatado tiene mejor compirtamiento teniendo en cuenta el ensayo de indice de durabilidad realizado.
7. Se concluye que el valor de CBR aumenta sinificativamente respecto al material natural de la Cantera 2 de 27.4% a un valor de CBR de 86.3% con estabilizador de poliacrilamida, a 80.1% con estabilizador de Organosilano y con menor incremento a 74.3% con el estabilizador de Sulfonatado. Por lo que concluye que mejor resultado se obtiene con el estabilizador de Poliacrilamida aniónica.
8. Se concluye que el valor de CBR aumenta considerablemente respecto al material natural de la Cantera 1 de 25.3% a un valor de CBR de 79.8% con estabilizador de poliacrilamida, a 74.3% con estabilizador de organosilano y a 63.5% con estabilizador de sulfonatado.
Teniéndose mejor resultado con el estabilizador de poliacrilamida.
9. De los ensayos realizados con los materiales de Subrasante y Canteras 1 y 2 con los 3 estabilizadores, se obtuvo valores de CBR por encima de 40% minino exigidos para afirmados en el manual de carreteras "Especificaciones técnicas generales para construcción" (EG-2003). Sin embargo, no cumplen las exigencias del Documento técnico Soluciones básicas en carreteras no pavimentadas – 2015 (carácter normativo), específicamente en la exigencia del valor de CBR a 100% para estabilizadores químicos.
10. Se concluye también que se puede estabilizar la subrasante escarificando un espesor de 20cm o más de acuerdo a la carga de vehículos, teniendo en cuenta que se debe escarificar y retirar la grava mayor a 2 pulgadas y este representa un volumen obteniéndose mejor resultado con el estabilizador Sulfonatado.
11. Con la estabilización por kilometro se va a tener un ahorro de 30% equivalente a S/ 28, 226.78 soles en un periodo de 10 años. Por lo que para toda la red vecinal que es 100,000 km aproximadamente tendríamos un ahorro de S/ 2”822,678,406.90 (Dos billones ochocientos veintidós mil seteciento setenta y ocho mil cuatrocientos seis con 90/100 soles).

Recomendaciones

1. Los resultados presentados han sido obtenidos mediante ensayos de laboratorio, donde se recomienda validarlos con experiencia insitu.
2. Se recomienda que se realicen las evaluaciones post construcción en suelos estabilizados, para evaluar la eficacia de los resultados, en el tiempo de vida útil.
3. Se recomienda la estabilización de suelos con la finalidad de garantizar el tiempo de vida útil, con estabilizadores no tan rígidos si bien es cierto son más sólidos, pero al deformarse generan fisuras más representativas permitiendo el ingreso del agua y dañando más rápidamente el camino.
4. Por la topografía en tramos curvos realizarlo de concreto o empedrado para tener mayor durabilidad y menos desgaste ante pase de vehiculos.
5. Para caminos vecinales en alturas mayores a 2000 m.s.n.m existe las precipitaciones pluviales, por lo que se recomienda que tenga una capa de protección y se debe tener un buen sistema de drenaje, recomendándose cunetas revestidas de concreto.
6. Se recomienda la revisión del Documento técnico Soluciones básicas en carreteras no pavimentadas – 2015 (carácter normativo), específicamente en la exigencia del valor de CBR a 100% para estabilizadores químicos.
7. Se recomienda en esta carretera de bajo volumen de transito colocar una capa de rodadura, por lo menos una imprimación y el camino estabilizado considerar cunetas revestidas de concreto y en tramos sinuosos las curvas considerar losas de concreto.
8. Se recomienda no guiarse por la información de los proveedores y/o vendedores de productos respecto a valores obtenidos, se debe realizar los ensayos con los estabilizadores y con el material a utilizar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castillo Boulangger, J. (2006), *Construcción y Rehabilitación de la Carretera Central-La Oroya – Huánuco*, (Tesis para optar el título de ingeniero civil). Universidad Ricardo Palma, Perú.
- Choque Sánchez, H. (2012), *Evaluación de Aditivos Químicos en la eficiencia de la conservación de superficies de rodadura en Carreteras No Pavimentadas*, (Tesis para optar el título de ingeniero civil). Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.
- Contreras Camacho, M. (2011), *Aplicación de un estabilizador de suelo, como material impermeable, al nivel de desplante de un relleno sanitario*. (Tesis para obtener el grado de maestría en Ingeniería Civil). Instituto Politecnico Nacional. México.
- Hernandez Sampieri, R (2014). *Metología de Investigacion*, 6ta edicion Mexico: Editora Mc Graw Hill.
- Jiménez Lagos, M. (2014), *Diagnostico estructural de afirmado estabilizado con cloruro de magnesio mediante el modelo matemático de Hogg y Viga Benkelman*, (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú.
- Juárez Badillo, E. y Rico Rodríguez, A. (1996), *Mecánica de suelos -Tomo II*. México. Editorial Limusa S.A.
- Martinez Santos, J. (2012), *Evaluación del mejoramiento de suelos arcillosos empleando materiales cementantes*,. (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Cajamarca , Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2009), *Manual de conservación de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito*. Lima Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013), *Norma Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG 2013)*. Lima Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013), *Norma Peruana de Diseño Geométrico. DG 2013*. Lima Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2005), *Documento técnico Soluciones básicas en carreteras no pavimentadas – 2015 (carácter normativo)*. Lima Perú.

- Nesterenko Cortes, D. (2014), *Diseño de pavimento flexible con base y subbase modificada con el polímero Polycom en la carretera La Oroya- Huanuco – Tingomaria*, (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil), Universidad de Huánuco, Perú.
- Roldan de Paz, J. (2010), *Estabilización de suelos con cloruro de sodio (NaCl) para Bases y Sub bases*. (Tesis para optar el grado de ingeniero civil). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Ruano López,D. (2012), *Estabilización de suelos con suelos cohesivos por medio de arenas volcánicas y cal viva*. (Tesis para optar el grado de ingeniero civil). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Valle Areas, W. (2010), *Estabilización de suelos arcillosos plásticos con mineralizadores en ambientes sulfatados o yesíferos*. (Tesis para optar el grado de Master), Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

ANEXOS

A.1 Ensayos

A.2 Especificaciones técnicas

A.3 Costos de Inversión y Mantenimiento Actual

A.4 Plano planta, perfil longitudinal y perfil estratigráfico

A.5 Información de Productos químicos - proveedores

A.1 Ensayos

A.1 Ensayos

A.1.1 Ensayos de laboratorio

A.1.1.1. Ensayos subrasante en tramo de aplicación

A.1.1.2. Material propio de la subrasante con y sin estabilizador químico

A.1.1.2.1. material propio de la subrasante sin estabilizadores químicos

A.1.1.2.2. material propio de la subrasante con estabilizador químico poliacrilamida aniónica

A.1.1.2.3. material propio de la subrasante con estabilizador químico organosilano

A.1.1.2.4. material propio de la subrasante con estabilizador químico sulfonatado

A.1.1.3. Ensayo en material de cantera 20+00 con y sin estabilizador químico

A.1.1.3.1. cantera 20+00 sin estabilizador químico

A.1.1.3.2. cantera 20+00 con estabilizador químico poliacrilamida aniónica

A.1.1.3.3. cantera 20+00 con estabilizador químico organosilano

A.1.1.3.4. cantera 20+00 con estabilizador químico sulfonatado

A.1.1.4. Ensayo en material de cantera 50+00 con y sin estabilizador químico

A.1.1.4.1. cantera 50+00 sin estabilizador químico

A.1.1.4.2. cantera 50+00 con estabilizador químico poliacrilamida aniónica

A.1.1.4.3. cantera 50+00 con estabilizador químico organosilano

A.1.1.4.4. cantera 50+00 con estabilizador químico sulfonatado

A.1.1.5. Ensayo de índice de durabilidad

A.1.1.1. ENSAYOS SUBRASANTE EN TRAMO DE APLICACIÓN



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

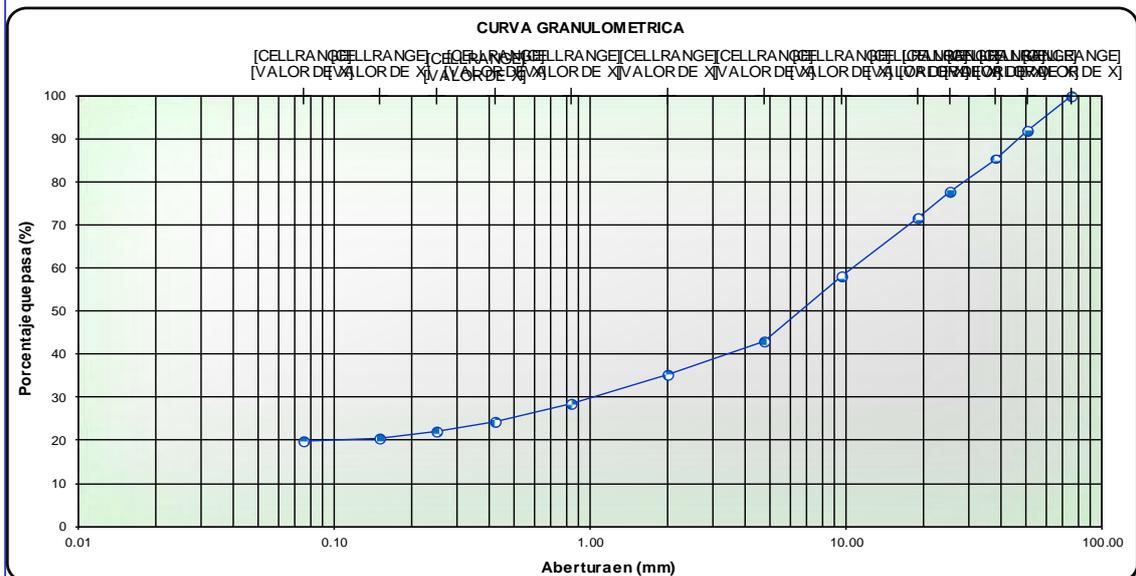
Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliácridamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso: Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
MATERIAL :	-	UBICACIÓN :	KM 1+000
CALICATA :	C-1	N.F. :	N.P
MUESTRA :	Insitu	FECHA :	20/04/16
PROF. (m) :	1.50	HECHO POR :	E.M.C

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	75.00	0.0	0.0	0	100.00	Peso Total : 8215 gr.			
2"	50.80	661.2	8.0	8.0	91.95	Grava	4687 gr.	57.1%	D60 = 10.73 mm
1 1/2"	38.10	551.2	6.7	14.8	85.24	Arena	1898 gr.	23.1%	D30 = 1.09 mm
1"	25.40	614.4	7.5	22.2	77.76	< N° 200	1630 gr.	19.8%	D10 = 0.04 mm
3/4"	19.00	514.2	6.3	28.5	71.50	Cu	283.77	Cc	3
3/8"	9.50	1085.1	13.2	41.7	58.29	LIMITES DE CONSISTENCIA			
N° 4	4.75	1260.8	15.3	57.1	42.95	Límite Líquido	: 31		
N° 10	2.00	626.2	7.6	64.7	35.32	Límite Plástico	: 19		
N° 20	0.84	556.4	6.8	71.4	28.55	Índice Plástico	: 12		
N° 40	0.43	338.0	4.1	75.6	24.44	CLASIFICACIÓN DEL SUELO			
N° 60	0.25	198.6	2.4	78.0	22.02	A.A.S.H.T.O A-2-6(0)			
N° 100	0.15	129.1	1.6	79.6	20.45	S.U.C.S. GC			
N° 200	0.08	49.7	0.6	80.2	19.84	Grava arcillosa con arena			
< N° 200	0.00	1629.9	19.8	100.0	0.00				



Observaciones:

INGMON SAC

Realizado : EDWIN CÉSAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

LÍMITES DE CONSISTENCIA

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

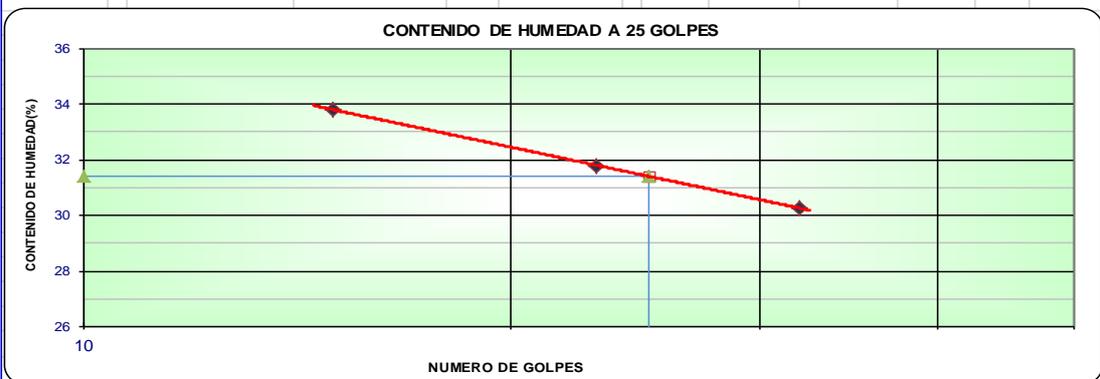
PROYECTO :	Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso:Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
MATERIAL :	-	UBICACIÓN :	KM 1+000
CALICATA :	C-1	N.F. :	N.P
MUESTRA :	Insitu	FECHA :	21/04/16
PROF. (m) :	1.50	HECHO POR :	E.M.C

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

Nº TARA		13-A	12-A	8-A
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	42.50	40.10	43.90
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	35.81	33.57	37.00
PESO DE AGUA	(gr.)	6.69	6.53	6.90
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.71	13.02	16.59
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	22.10	20.55	20.41
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	30.27	31.78	33.81
NUMERO DE GOLPES		32	23	15

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

Nº TARA		36-A	32-A	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	20.70	21.50	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	19.51	20.31	
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.41	13.99	
PESO DEL AGUA	(gr.)	1.19	1.19	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	6.10	6.32	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	19.51	18.83	19



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	31
LIMITE PLASTICO (%)	19
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	12

Observaciones:

Realizado

INGMON S.A.C.
[Signature]
EDWIN CÉSAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsal

[Signature]
Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO : Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso:Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"

MATERIAL	: -	UBICACIÓN	: KM 1+000
CALICATA	: C-1	N.F.	: N.P
MUESTRA	: Insitu	FECHA	: 20/04/16
PROF. (m)	: 1.50	HECHO POR	: E.M.C

Nº TARA		-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	gr.	11564
PESO TARA + SUELO SECO	gr.	10126
PESO DE AGUA	gr.	1438
PESO DE LA TARA	gr.	0
PESO DEL SUELO SECO	gr.	10126
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	14.20

OBSERVACIONES

Realizado

INGMON S.A.C.

EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTCE 132, ASTM D 1883, AASHTO T-193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliácridamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso: Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
MATERIAL :	-	UBICACIÓN :	Km 1+000
CALICATA :	-	N.F :	N.P
MUESTRA :	M-01	FECHA :	25/04/16
PROF. (m) :	1.50	HECHO POR :	EMC

COMPACTACIÓN

Molde Nº	06		11		05	
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Condición de la muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9372.0		8825.0		8985.0	
Peso de molde + base (g)	4512.0		4180.0		4585.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4860.0		4645.0		4400.0	
Volumen del molde (cm ³)	2101.0		2107.0		2106.0	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.313		2.205		2.089	
Tara (Nº)	Tc-21		Tc-17		Tc-14	
Peso suelo húmedo + tara (g)	339.37		286.99		391.48	
Peso suelo seco + tara (g)	316.21		266.89		363.56	
Peso de tara (g)	63.27		51.25		61.83	
Peso de agua (g)	23.16		20.10		27.92	
Peso de suelo seco (g)	252.94		215.64		301.73	
Contenido de humedad (%)	9.16		9.32		9.25	
Contenido de humedad (%)	9.16		9.32		9.25	
Densidad seca (g/cm ³)	2.119		2.017		1.912	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
04-may-15	09:30	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
05-may-15	09:30	24	18	0.2	0.2	32	0	0.3	41	0.4	0.4
06-may-15	09:30	48	21	0.2	0.2	45	0	0.4	58	0.6	0.5
07-may-15	09:30	72	0	0.0	0.0	58	0.6	0.5	84	0.8	0.7
08-may-15	09:30	96	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0

PENETRACIÓN

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE Nº 6				MOLDE Nº 11				MOLDE Nº 5			
mm	plg		CARGA Dial (div)	CORRECCION kg/cm2	CORRECCION kg/cm2	%	CARGA Dial (div)	CORRECCION kg/cm2	CORRECCION kg/cm2	%	CARGA Dial (div)	CORRECCION kg/cm2	CORRECCION kg/cm2	%
0.00	0.00		0	0			0	0			0	0		
0.64	0.025		24	5.2949			15	3.3888			8	1.9059		
1.27	0.050		61	13.126			36	7.8357			19	4.236		
1.91	0.075		111	23.697			66	14.184			36	7.8357		
2.54	0.100	70.31	161	34.255		49	95	20.316		29	51	11.095		16
3.81	0.150		228	48.379			135	28.767			74	15.876		
5.08	0.200	105.46	295	62.478		59	166	35.309		33	91	19.471		18
6.35	0.250		354	74.874			195	41.425			109	23.275		
7.62	0.300		404	85.363			221	46.905			125	26.655		
10.16	0.400		482	101.7			262	55.537			147	31.3		
12.70	0.500		528	111.32			295	62.478			162	34.466		

Observaciones:

Realizado : 
EDWIN CÉSAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsabl 
Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

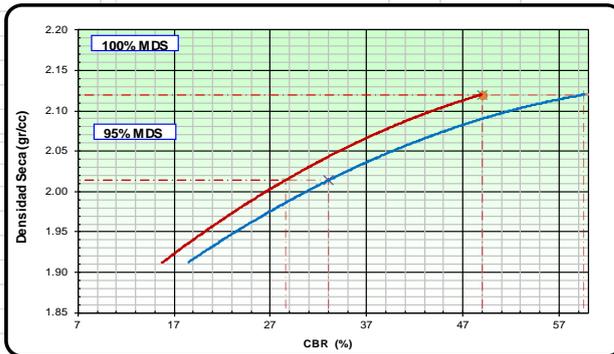


RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTCE 132, ASTM D 1883, AASHTO 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliácridamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso: Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
MATERIAL :	-	UBICACIÓN :	Km 1+000
CALICATA :	-	N.F :	N.P
MUESTRA :	M-01	FECHA :	29/04/16
PROF. (m) :	1.50	HECHO POR :	EMC

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

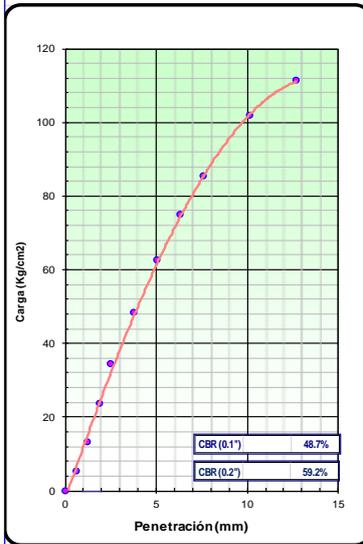
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:	2.120
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	9.200
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³)	:	2.014

PORCENTAJE DEL CBR

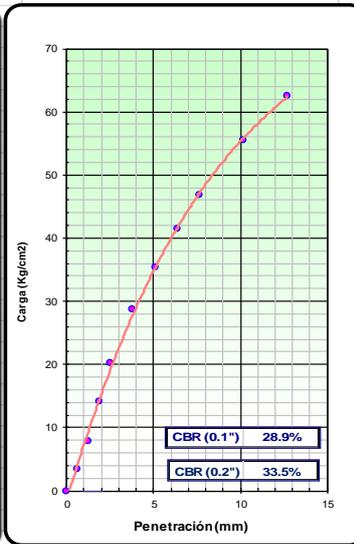
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	49.0	0.2":	59.6
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	28.6	0.2":	33.0

OBSERV.:

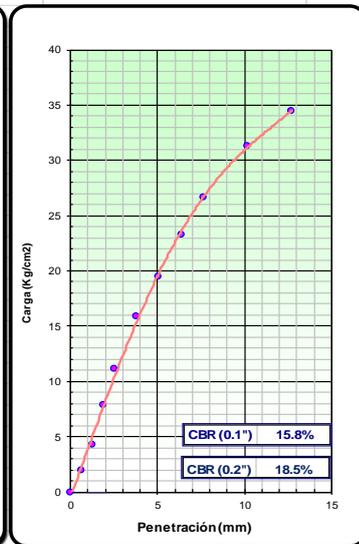
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Realizado

INGMON SAC
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

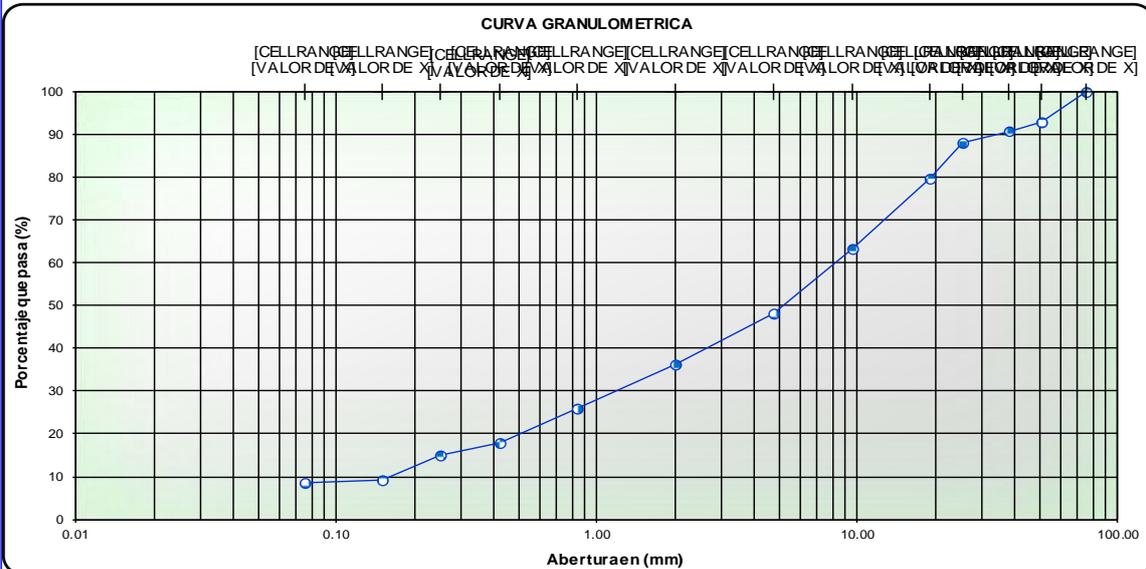
Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso: Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
MATERIAL :	-	UBICACIÓN :	2+000
CALICATA :	C-14	N.F. :	N.P
MUESTRA :	M-01	FECHA :	21/04/16
PROF. (m) :	1.50	HECHO POR :	E.M.C

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	75.00	0.0	0.0	0	100.00	Peso Total : 10095 gr.			
2"	50.80	714.7	7.1	7.1	92.92	Grava	5248 gr.	52.0%	D60 = 8.49 mm
1 1/2"	38.10	235.2	2.3	9.4	90.59	Arena	3982 gr.	39.5%	D30 = 1.31 mm
1"	25.40	265.5	2.6	12.0	87.96	< N° 200	864 gr.	8.6%	D10 = 0.16 mm
3/4"	19.00	824.8	8.2	20.2	79.79	Cu	52.47	Cc	1
3/8"	9.50	1669.7	16.5	36.8	63.25	LIMITES DE CONSISTENCIA			
N° 4	4.75	1538.5	15.2	52.0	48.01	Limite Líquido : 27			
N° 10	2.00	1199.5	11.9	63.9	36.12	Limite Plástico : 16			
N° 20	0.84	1039.6	10.3	74.2	25.83	Indice Plástico : 11			
N° 40	0.43	783.7	7.8	81.9	18.06	CLASIFICACIÓN DEL SUELO			
N° 60	0.25	319.9	3.2	85.1	14.89	A.A.S.H.T.O A-2-6(0)			
N° 100	0.15	559.8	5.5	90.7	9.35	S.U.C.S. GW GC			
N° 200	0.08	80.0	0.8	91.4	8.56	Grava bien graduada con arcilla			
< N° 200	0.00	863.7	8.6	100.0	0.00				



Observaciones:

Realizado :
EDWIN CÉSAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :
Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



LÍMITES DE CONSISTENCIA

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso:Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
MATERIAL :	-	UBICACIÓN :	2+000
CALICATA :	C-14	N.F. :	N.P
MUESTRA :	M-01	FECHA :	22/04/16
PROF. (m) :	1.50	HECHO POR :	E.M.C

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

Nº TARA		12-A	25-A	9-A
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	31.40	33.05	33.80
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	27.59	28.93	29.30
PESO DE AGUA	(gr.)	3.81	4.12	4.50
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.02	13.79	13.47
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	14.57	15.14	15.83
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	26.15	27.21	28.43
NUMERO DE GOLPES		35	24	15

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

Nº TARA		21-A	20-A	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	23.60	23.65	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	22.30	22.31	
PESO DE LA TARA	(gr.)	14.16	13.61	
PESO DEL AGUA	(gr.)	1.30	1.34	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	8.14	8.70	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	15.97	15.40	16

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	27
LIMITE PLASTICO (%)	16
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	11

Observaciones:

Realizado :

INGMON SAC
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO : Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso:Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"

MATERIAL	: -	UBICACIÓN	: 2+000
CALICATA	: C-14	N.F.	: N.P
MUESTRA	: M-01	FECHA	: 20/04/16
PROF. (m)	: 1.50	HECHO POR	: E.M.C

Nº TARA		-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	gr.	8752
PESO TARA + SUELO SECO	gr.	7489
PESO DE AGUA	gr.	1263
PESO DE LA TARA	gr.	0
PESO DEL SUELO SECO	gr.	7489
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	16.86

OBSERVACIONES _____

Realizado :
 EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
 TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable
 Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
 Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

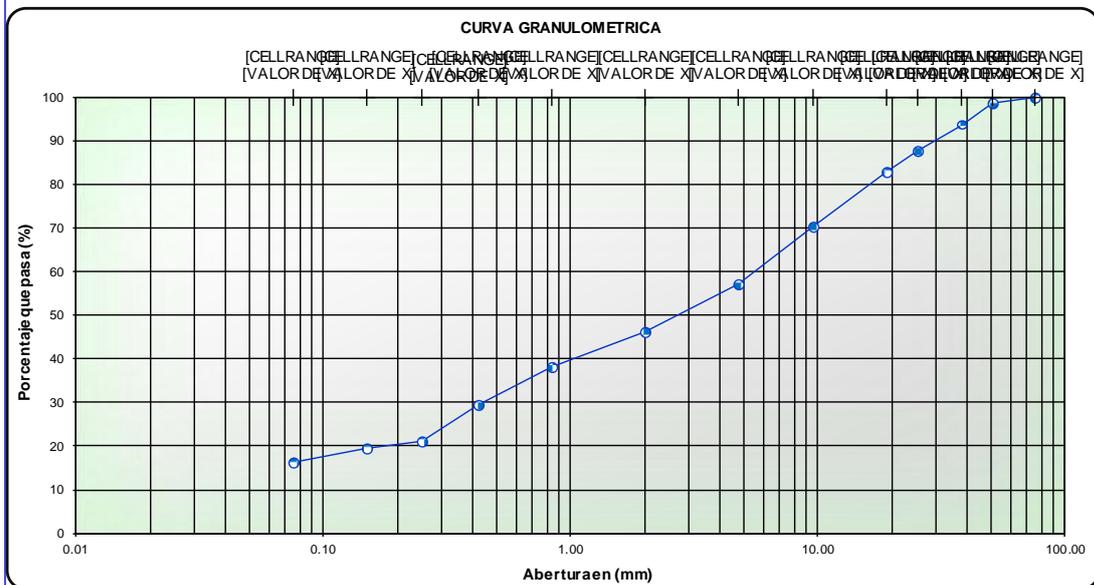
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO : Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso: Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"

MATERIAL :	-	UBICACIÓN :	03+000
CALICATA :	C-16	N.F. :	N.P
MUESTRA :	M-01	FECHA :	20/04/16
PROF. (m) :	1.50	HECHO POR :	E.M.C

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.00	0.0	0.0	0	100.00	Peso Total : 10722 gr.
2"	50.80	151.2	1.4	1.4	98.59	Grava 4579 gr. 42.7% D60 = 5.74 mm
1 1/2"	38.10	529.7	4.9	6.4	93.65	Arena 4390 gr. 40.9% D30 = 0.45 mm
1"	25.40	622.9	5.8	12.2	87.84	< N° 200 1752 gr. 16.3% D10 = 0.05 mm
3/4"	19.00	531.8	5.0	17.1	82.88	Cu 125.18 Cc 1
3/8"	9.50	1355.3	12.6	29.8	70.24	LIMITES DE CONSISTENCIA
N° 4	4.75	1388.5	13.0	42.7	57.29	Límite Líquido : 25
N° 10	2.00	1191.5	11.1	53.8	46.18	Límite Plástico : 18
N° 20	0.84	859.2	8.0	61.8	38.16	Índice Plástico : 7
N° 40	0.43	940.3	8.8	70.6	29.39	
N° 60	0.25	877.6	8.2	78.8	21.21	CLASIFICACIÓN DEL SUELO
N° 100	0.15	178.1	1.7	80.5	19.54	A.A.S.H.T.O A-2-4(0)
N° 200	0.08	343.3	3.2	83.7	16.34	S.U.C.S. GC
< N° 200	0.00	1752.2	16.3	100.0	0.00	Grava arcillosa con arena



Observaciones:

Realizado :
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable
Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



LÍMITES DE CONSISTENCIA

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

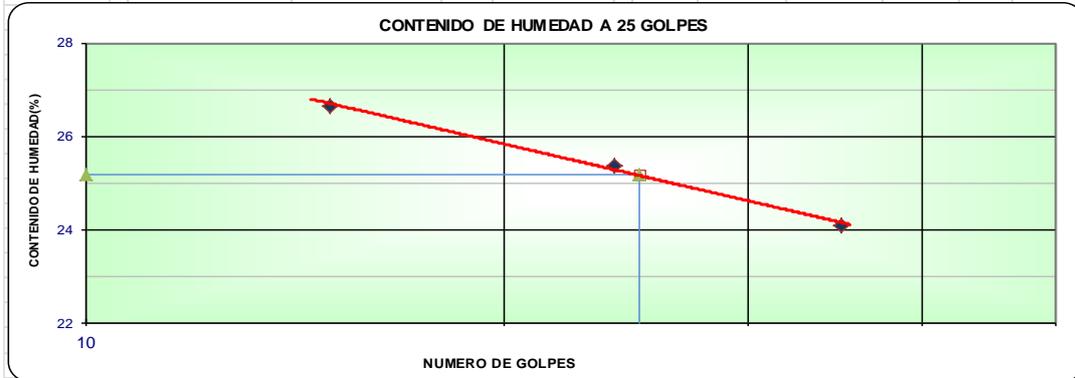
PROYECTO :	Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso:Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
MATERIAL :	-	UBICACIÓN :	3-000
CALICATA :	C-16	N.F. :	N.P
MUESTRA :	M-01	FECHA :	21/04/16
PROF. (m) :	1.50	HECHO POR :	E.M.C

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

Nº TARA		4-A	2-A	9-A
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	42.30	43.40	41.50
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	36.25	37.42	35.60
PESO DE AGUA	(gr.)	6.05	5.98	5.90
PESO DE LA TARA	(gr.)	11.15	13.86	13.47
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	25.10	23.56	22.13
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	24.10	25.38	26.66
NUMERO DE GOLPES		35	24	15

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

Nº TARA		6-A	4-A	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	21.30	22.30	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	20.10	20.60	
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.34	11.15	
PESO DEL A.GUA	(gr.)	1.20	1.70	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	6.76	9.45	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	17.75	17.99	18



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	25
LIMITE PLASTICO (%)	18
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	7

Observaciones:

Realizado

INGMON SAC
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA			
PROYECTO :	Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso:Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
MATERIAL :	-	UBICACIÓN :	03+000
CALICATA :	C-16	N.F. :	N.P
MUESTRA :	M-01	FECHA :	20/04/16
PROF. (m) :	1.50	HECHO POR :	E.M.C

Nº TARA		-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	gr.	11257
PESO TARA + SUELO SECO	gr.	9792
PESO DE AGUA	gr.	1465
PESO DE LA TARA	gr.	0
PESO DEL SUELO SECO	gr.	9792
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	14.96

OBSERVACIONES _____

Realizado
 EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
 TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :
 Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
 Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso: Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"				
MATERIAL :	-	UBICACION :	Km 3+000		
CALICATA :	-	N.F :	N.P		
MUESTRA :	M-01	FECHA :	25/04/15		
PROF. (m) :	1.50	HECHO POR :	EMC		

COMPACTACIÓN

Molde N°	08		05		04	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9159.0		9252.0		8929.0	
Peso de molde + base (g)	4292.0		4585.0		4604.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4867.0		4667.0		4325.0	
Volumen del molde (cm ³)	2087.0		2106.0		2068.3	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.332		2.216		2.091	
Tara (N°)	Tc-21		Tc-23		Tc-16	
Peso suelo húmedo + tara (g)	432.25		463.90		432.58	
Peso suelo seco + tara (g)	406.11		438.23		407.00	
Peso de tara (g)	63.27		103.02		59.90	
Peso de agua (g)	26.14		25.67		25.58	
Peso de suelo seco (g)	342.84		335.21		347.10	
Contenido de humedad (%)	7.62		7.66		7.37	
Contenido de humedad (%)	7.62		7.66		7.37	
Densidad seca (g/cm ³)	2.167		2.058		1.948	

EXPANSIÓN

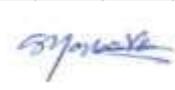
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
04-may-15	09:30	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
05-may-15	09:30	24	7	0.1	0.1	18	0	0.2	29	0.3	0.3
06-may-15	09:30	48	12	0.1	0.1	25	0	0.2	39	0.4	0.3
07-may-15	09:30	72	15	0.2	0.1	33	0.3	0.3	55	0.6	0.5
08-may-15	09:30	96	17	0.2	0.1	42	0.4	0.4	79	0.8	0.7

PENETRACIÓN

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 8			MOLDE N° 5			MOLDE N° 4		
mm	plg		CARGA Dial (div)	kg/cm ²	CORRECCION kg/cm ²	CARGA Dial (div)	kg/cm ²	CORRECCION %	CARGA Dial (div)	kg/cm ²	CORRECCION %
0.00	0.00		0	0		0	0		0	0	
0.64	0.025		20	4.4478		11	2.5415		6	1.4822	
1.27	0.050		60	12.915		32	6.9889		17	3.8124	
1.91	0.075		99	21.162		53	11.434		29	6.3537	
2.54	0.100	70.31	131	27.922	40	74	15.876	23	40	8.6825	12
3.81	0.150		180	38.263		100	21.373		54	11.645	
5.08	0.200	105.46	219	46.483	44	119	25.388	24	63	13.55	13
6.35	0.250		244	51.748		132	28.133		72	15.453	
7.62	0.300		274	58.062		149	31.722		81	17.357	
10.16	0.400		310	65.632		167	35.52		91	19.471	
12.70	0.500		340	71.934		181	38.473		98	20.95	

Observaciones:

Realizado : 
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
 TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable : 
 Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
 Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

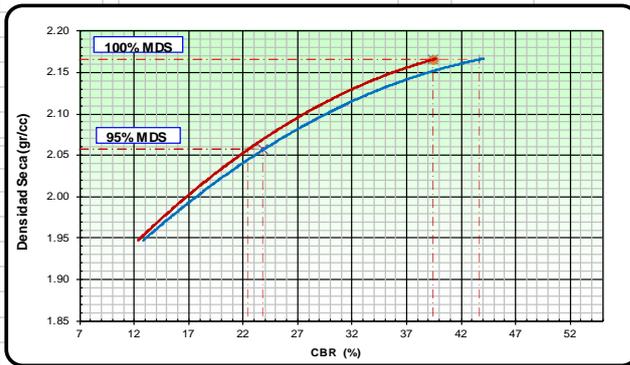


RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso:Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
MATERIAL :	-	UBICACIÓN :	Km 3+000
CALICATA :	-	N.F :	N.P
MUESTRA :	M-01	FECHA :	29/04/16
PROF. (m) :	1.50	HECHO POR :	EMC

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

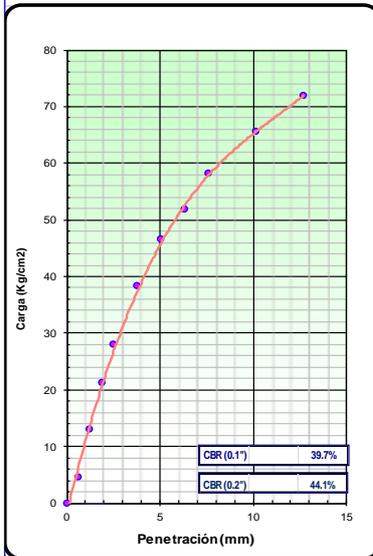
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) :	2.165
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	7.500
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³) :	2.057

PORCENTAJE DEL CBR

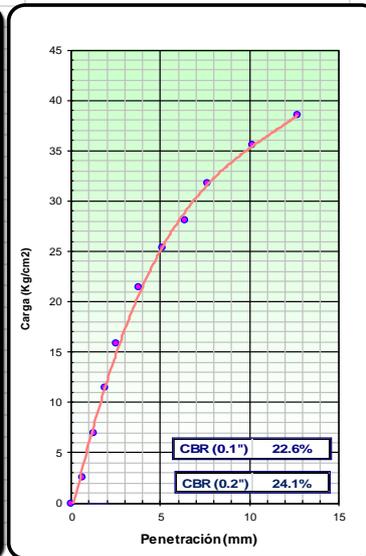
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	39.4	0.2":	43.6
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	22.4	0.2":	23.8

OBSERV.:

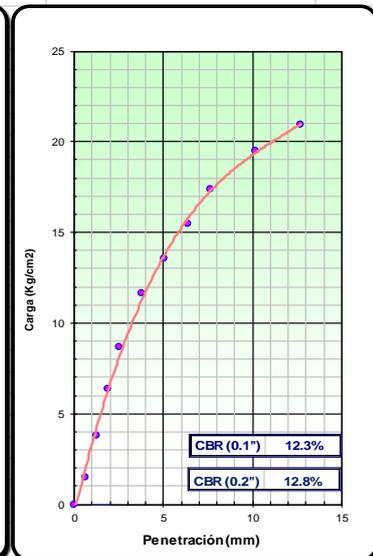
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Realizado

INGMON SAC
[Signature]
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

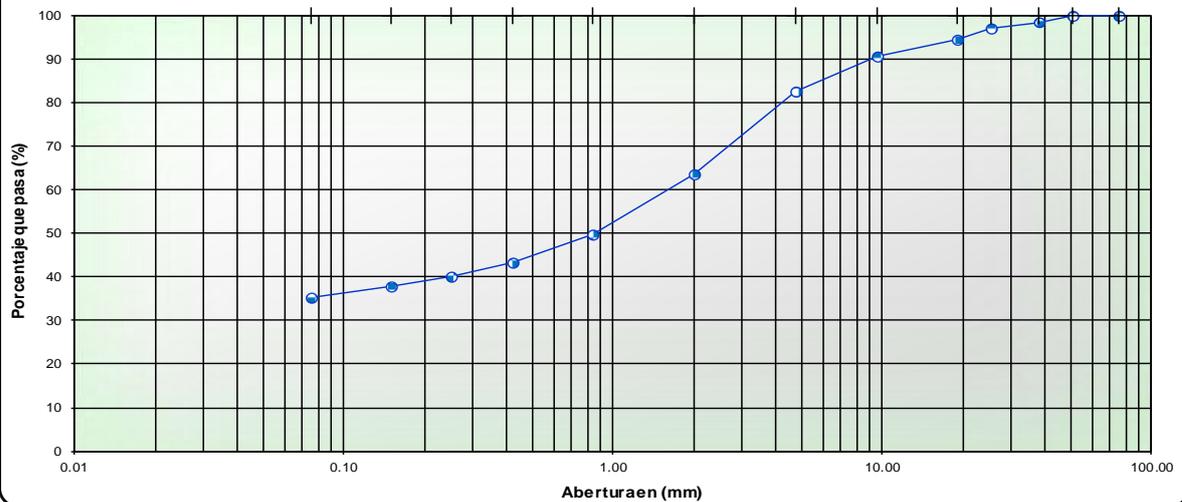
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso: Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
MATERIAL :	-	UBICACIÓN :	4+000
CALICATA :	C-18	N.F. :	N.P
MUESTRA :	M-01	FECHA :	21/05/16
PROF. (m) :	1.50	HECHO POR :	E.M.C

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
3"	75.00	0.0	0.0	0	100.00	Peso Total : 10304 gr.		
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.00	Grava	1807 gr.	17.5% D60 = 1.69 mm
1 1/2"	38.10	175.2	1.7	1.7	98.30	Arena	4874 gr.	47.3% D30 = 0.06 mm
1"	25.40	128.8	1.2	2.9	97.05	< N° 200	3622 gr.	35.2% D10 = 0.02 mm
3/4"	19.00	275.1	2.7	5.6	94.38	Cu	79.35	Cc 0
3/8"	9.50	393.6	3.8	9.4	90.56	LIMITES DE CONSISTENCIA		
N° 4	4.75	834.5	8.1	17.5	82.46	Límite Líquido	: 34	
N° 10	2.00	1937.7	18.8	36.3	63.66	Límite Plástico	: 21	
N° 20	0.84	1422.9	13.8	50.2	49.85	Índice Plástico	: 13	
N° 40	0.43	670.2	6.5	56.7	43.34	CLASIFICACIÓN DEL SUELO		
N° 60	0.25	341.5	3.3	60.0	40.03	A.A.S.H.T.O	A-2-6(1)	
N° 100	0.15	228.5	2.2	62.2	37.81	S.U.C.S.	SC	
N° 200	0.08	273.5	2.7	64.8	35.15	Arena arcillosa con grava		
< N° 200	0.00	3622.2	35.2	100.0	0.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:

Realizado :

INGMON S.A.C.
[Firma]
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsab

[Firma]

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

LÍMITES DE CONSISTENCIA

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

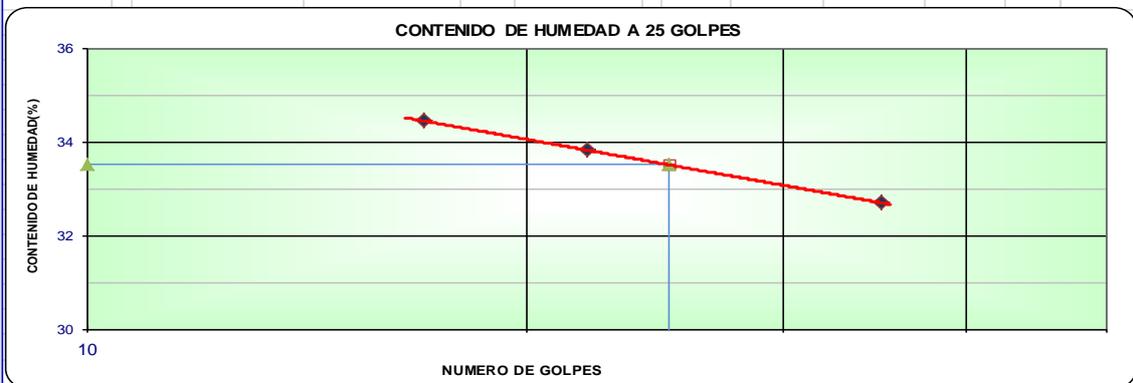
PROYECTO :	Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso:Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
MATERIAL :	-	UBICACIÓN :	4+000
CALICATA :	C-18	N.F. :	N.P
MUESTRA :	M-01	FECHA :	22/04/16
PROF. (m) :	1.50	HECHO POR :	E.M.C

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

		29-A	17-A	18-A
Nº TARA				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	39.70	42.10	42.05
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	33.30	35.00	34.75
PESO DE AGUA	(gr.)	6.40	7.10	7.30
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.73	14.01	13.56
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	19.57	20.99	21.19
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	32.70	33.83	34.45
NUMERO DE GOLPES		35	22	17

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

		25-A	26-A	PROMEDIO
Nº TARA				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	23.30	21.59	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	21.70	20.17	
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.79	13.39	
PESO DEL AGUA	(gr.)	1.60	1.42	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	7.91	6.78	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	20.23	20.94	21



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	34
LIMITE PLASTICO (%)	21
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	13

Observaciones:

Realizado :

INGMON SAC
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

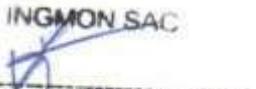
PROYECTO : Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso:Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"

MATERIAL	: -	UBICACIÓN	: 4+000
CALICATA	: C-18	N.F.	: N.P
MUESTRA	: M-01	FECHA	: 21/04/16
PROF. (m)	: 1.50	HECHO POR	: E.M.C

Nº TARA		-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	gr.	9712
PESO TARA + SUELO SECO	gr.	8932
PESO DE AGUA	gr.	780
PESO DE LA TARA	gr.	0.00
PESO DEL SUELO SECO	gr.	8932.10
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	8.73

OBSERVACIONES

.....
.....
.....
.....

Realizado : 
INGMON S.A.C.
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable : 
Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

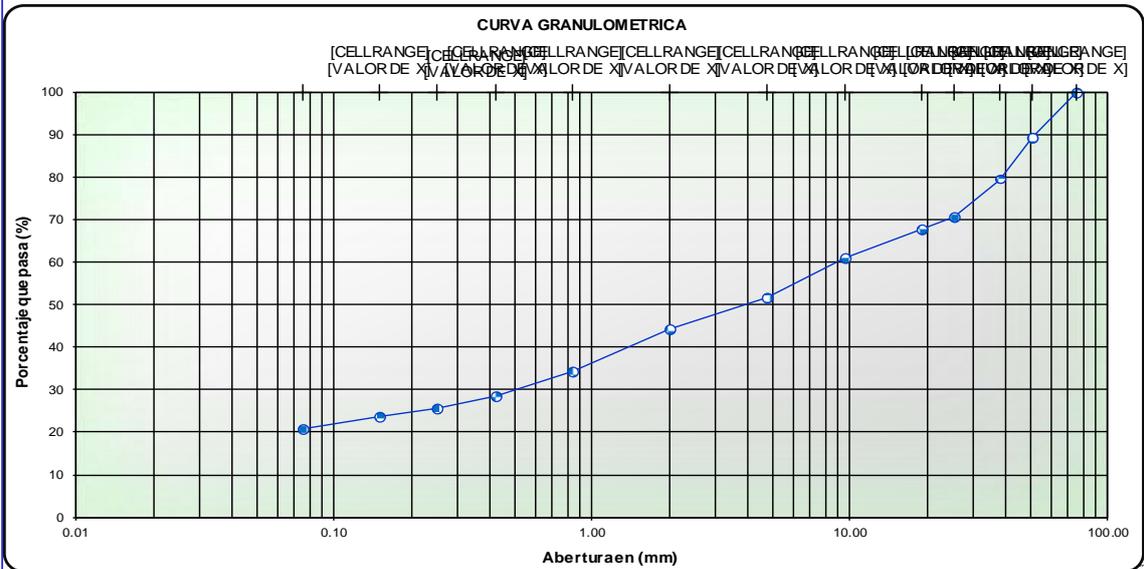
Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso: Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
MATERIAL :	-	UBICACIÓN :	05+000
CALICATA :	C-20	N.F. :	N.P
MUESTRA :	M-01	FECHA :	21/04/16
PROF. (m) :	1.50	HECHO POR :	E.M.C

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	75.00	0.0	0.0	0	100.00	Peso Total : 9659 gr.			
2"	50.80	1023.0	10.6	10.6	89.41	Grava	4655 gr.	48.2%	D60 = 9.02 mm
1 1/2"	38.10	958.3	9.9	20.5	79.49	Arena	2992 gr.	31.0%	D30 = 0.53 mm
1"	25.40	845.3	8.8	29.3	70.74	< N° 200	2012 gr.	20.8%	D10 = 0.04 mm
3/4"	19.00	295.6	3.1	32.3	67.68	Cu	250.41	Cc	1
3/8"	9.50	652.1	6.8	39.1	60.93	LIMITES DE CONSISTENCIA			
N° 4	4.75	881.0	9.1	48.2	51.81	Límite Líquido	:	28	
N° 10	2.00	728.2	7.5	55.7	44.27	Límite Plástico	:	23	
N° 20	0.84	965.4	10.0	65.7	34.27	Índice Plástico	:	6	
N° 40	0.43	556.0	5.8	71.5	28.52	CLASIFICACIÓN DEL SUELO			
N° 60	0.25	268.8	2.8	74.3	25.74	A.A.S.H.T.O	A-1-b(0)		
N° 100	0.15	195.2	2.0	76.3	23.71	S.U.C.S.	GC-GM		
N° 200	0.08	278.8	2.9	79.2	20.83	Grava Arcillosa limosa con arena			
< N° 200	0.00	2011.9	20.8	100.0	0.00				



Observaciones:

Realizado: **INGMON S.A.C.**
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable:

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

LÍMITES DE CONSISTENCIA

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO : Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso:Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"

MATERIAL	: -	UBICACIÓN	: 05+000
CALICATA	: C-20	N.F.	: N.P
MUESTRA	: M-01	FECHA	: 22/04/16
PROF. (m)	: 1.50	HECHO POR	: E.M.C

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

Nº TARA			26-A	36-A	38-A	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	42.20	31.70	26.45		
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	36.05	27.65	24.42		
PESO DE AGUA	(gr.)	6.15	4.05	2.03		
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.39	13.41	17.53		
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	22.66	14.24	6.89		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	27.14	28.44	29.46		
NUMERO DE GOLPES		33	26	20		

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

Nº TARA		6-A	6-A		PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	24.70	20.02		
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	22.60	18.81		
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.34	13.44		
PESO DEL AGUA	(gr.)	2.10	1.21		
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	9.26	5.37		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.68	22.53		23

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	28
LIMITE PLASTICO (%)	23
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	6

Observaciones:

Realizado :

INGMON S.A.C.
EDWIN CÉSAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO : Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonatado. Caso:Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"

MATERIAL	: -	UBICACIÓN	: 05+000
CALICATA	: C-20	N.F.	: N.P
MUESTRA	: M-01	FECHA	: 21/04/16
PROF. (m)	: 1.50	HECHO POR	: E.M.C

Nº TARA		-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	gr.	7895
PESO TARA + SUELO SECO	gr.	6823
PESO DE AGUA	gr.	1072
PESO DE LA TARA	gr.	0
PESO DEL SUELO SECO	gr.	6823
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	15.71

OBSERVACIONES

Realizado :

INGMON SAC

EDWIN CÉSAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida aniónica, organosilano y un sulfonato. Caso: Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
MATERIAL :	-	UBICACIÓN :	km 5+000
CALICATA :	-	N.F :	N.P
MUESTRA :	M-01	FECHA :	25/4/16
PROF. (m) :	1.50	HECHO POR :	EMC

COMPACTACIÓN

Molde N°	10		07		01	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9075.0		8714.0		9625.0	
Peso de molde + base (g)	4152.0		4196.0		5221.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4923.0		4518.0		4404.0	
Volumen del molde (cm ³)	2101.0		2032.0		2087.0	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.343		2.223		2.110	
Tara (N°)	Tc-22		Tc-20		Tc-25	
Peso suelo húmedo + tara (g)	499.08		459.86		463.05	
Peso suelo seco + tara (g)	469.65		433.35		435.98	
Peso de tara (g)	102.81		105.58		105.58	
Peso de agua (g)	29.43		26.51		27.07	
Peso de suelo seco (g)	366.84		327.77		330.40	
Contenido de humedad (%)	8.02		8.09		8.19	
Contenido de humedad (%)	8.02		8.09		8.19	
Densidad seca (g/cm ³)	2.169		2.057		1.950	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
04-may-15	09:30	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
05-may-15	09:30	24	5	0.1	0.0	11	0.1	0.1	17	0.2	0.1
06-may-15	09:30	48	9	0.1	0.1	18	0.2	0.2	31	0.3	0.3
07-may-15	09:30	72	12	0.1	0.1	21	0.2	0.2	40	0.4	0.3
08-may-15	09:30	96	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0

PENETRACIÓN

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 10				MOLDE N° 7				MOLDE N° 1			
mm	plg		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	
0.00	0.00	0	0			0	0			0	0			
0.64	0.025	40	8.6825			22	4.8714			12	2.7533			
1.27	0.050	81	17.357			45	9.7408			26	5.7184			
1.91	0.075	132	28.133			73	15.665			42	9.1058			
2.54	0.100	70.31	177	37.63	54	97	20.739		29	57	12.28		17	
3.81	0.150	246	52.169			136	28.978			79	16.934			
5.08	0.200	105.46	333	70.464	67	181	38.473		36	105	22.43		21	
6.35	0.250	402	84.943			225	47.747			131	27.922			
7.62	0.300	481	101.49			270	57.22			154	32.777			
10.16	0.400	602	126.76			327	69.204			190	40.371			
12.70	0.500	690	145.09			377	79.7			212	45.008			

Observaciones:

Realizado :

INGMON S.A.C.
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

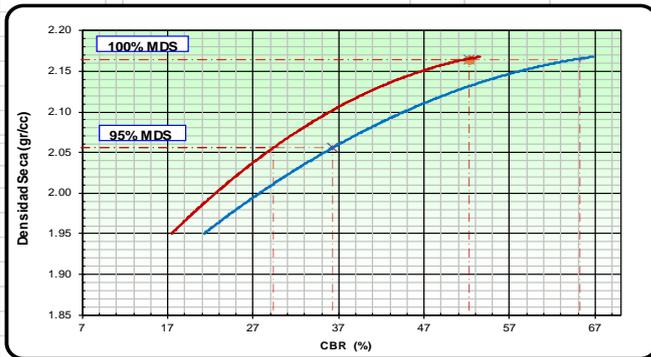


RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTCE 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso:Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
MATERIAL :	-	UBICACIÓN :	km 5+000
CALICATA :	-	N.F :	N.P
MUESTRA :	M-01	FECHA :	29/04/16
PROF. (m) :	1.50	HECHO POR :	EMC

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

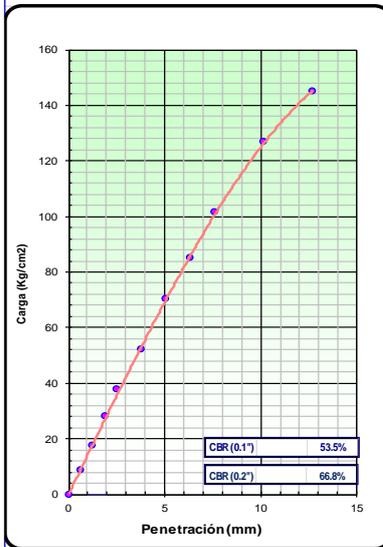
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:	2.164
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	8.000
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³)	:	2.056

PORCENTAJE DEL CBR

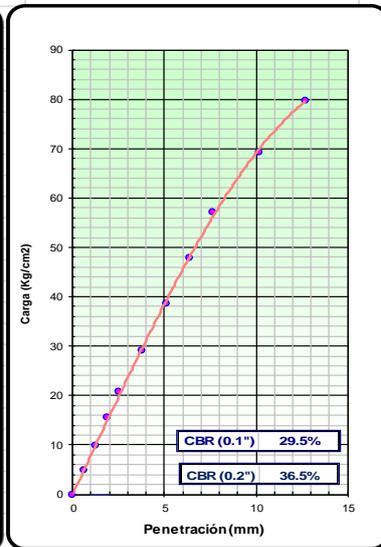
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	52.2	0.2":	65.2
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	29.3	0.2":	36.3

OBSERV.:

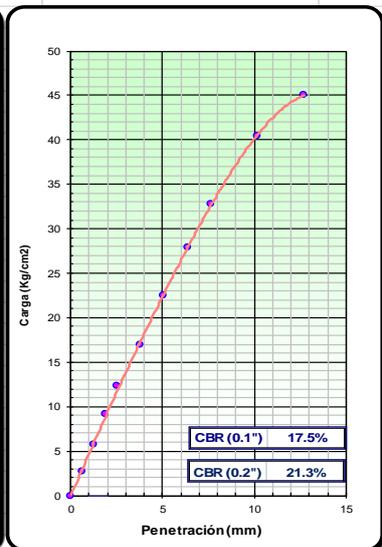
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Realizado :

INGMON S.A.C.
EDWIN CÉSAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

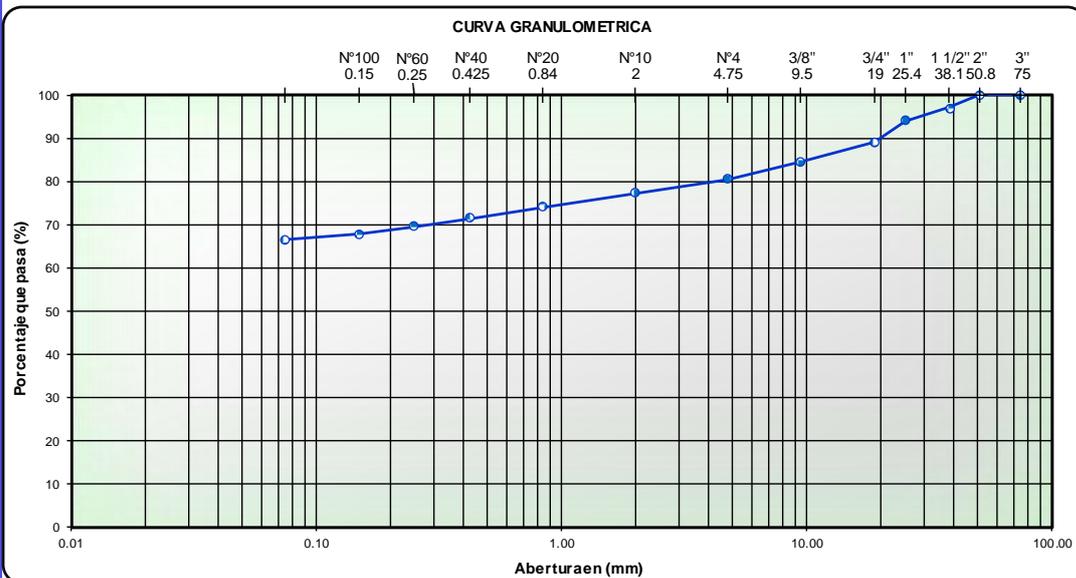
Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso: Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
MATERIAL :	-	UBICACIÓN :	6+000
CALICATA :	C-22	N.F. :	N.P
MUESTRA :	M-01	FECHA :	21/04/16
PROF. (m) :	1.50	HECHO POR :	E.M.C

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.00	0.0	0.0	0	100.00	Peso Total : 20055 gr.
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.00	Grava : 3907 gr. 19.5% D60 = 0.07 mm
1 1/2"	38.10	589.7	2.9	2.9	97.06	Arena : 2804 gr. 14.0% D30 = 0.03 mm
1"	25.40	617.8	3.1	6.0	93.98	< N° 200 : 13344 gr. 66.5% D10 = 0.01 mm
3/4"	19.00	988.9	4.9	11.0	89.05	Cu : 6.00 Cc : 2
3/8"	9.50	912.7	4.6	15.5	84.50	LIMITES DE CONSISTENCIA
N° 4	4.75	798.3	4.0	19.5	80.52	Límite Líquido : 38
N° 10	2.00	637.9	3.2	22.7	77.34	Límite Plástico : 23
N° 20	0.84	639.5	3.2	25.9	74.15	Índice Plástico : 14
N° 40	0.43	523.2	2.6	28.5	71.54	CLASIFICACIÓN DEL SUELO
N° 60	0.25	384.4	1.9	30.4	69.62	A.A.S.H.T.O : A-6(8)
N° 100	0.15	347.2	1.7	32.1	67.89	S.U.C.S. : CL
N° 200	0.08	271.3	1.4	33.5	66.54	Arcilla de baja plasticidad y grava
< N° 200	0.00	13344.3	66.5	100.0	0.00	



Observaciones:

Realizado :

INGMON S.A.C.
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

LÍMITES DE CONSISTENCIA

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO : Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso: Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"

MATERIAL	: -	UBICACIÓN	: 6+000
CALICATA	: C-22	N.F.	: N.P
MUESTRA	: M-01	FECHA	: 22/04/16
PROF. (m)	: 1.50	HECHO POR	: E.M.C

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

Nº TARA		21-A	46-A	3-A	
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	31.00	41.10	33.00	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	26.50	33.50	27.80	
PESO DE AGUA	(gr.)	4.50	7.60	5.20	
PESO DE LA TARA	(gr.)	14.16	13.31	13.22	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	12.34	20.19	13.22	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	36.47	37.64	39.33	
NUMERO DE GOLPES		32	25	17	

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

Nº TARA		36-A	12-A		PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	32.60	30.30		
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	29.02	27.00		
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.41	13.02		
PESO DEL AGUA	(gr.)	3.58	3.30		
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	15.61	13.98		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.93	23.61		23

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	38
LIMITE PLASTICO (%)	23
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	14

Observaciones:

Realizado :

INGMON SAC
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO : Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso:Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"

MATERIAL	: -	UBICACIÓN	: 6+000
CALICATA	: C-22	N.F.	: N.P
MUESTRA	: M-01	FECHA	: 21/04/16
PROF. (m)	: 1.50	HECHO POR	: E.M.C

Nº TARA		-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	gr.	8967.00
PESO TARA + SUELO SECO	gr.	7395.00
PESO DE AGUA	gr.	1572.00
PESO DE LA TARA	gr.	0.00
PESO DEL SUELO SECO	gr.	7395.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	21.26

OBSERVACIONES

Realizado : 
INGMON SAC
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable : 
Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

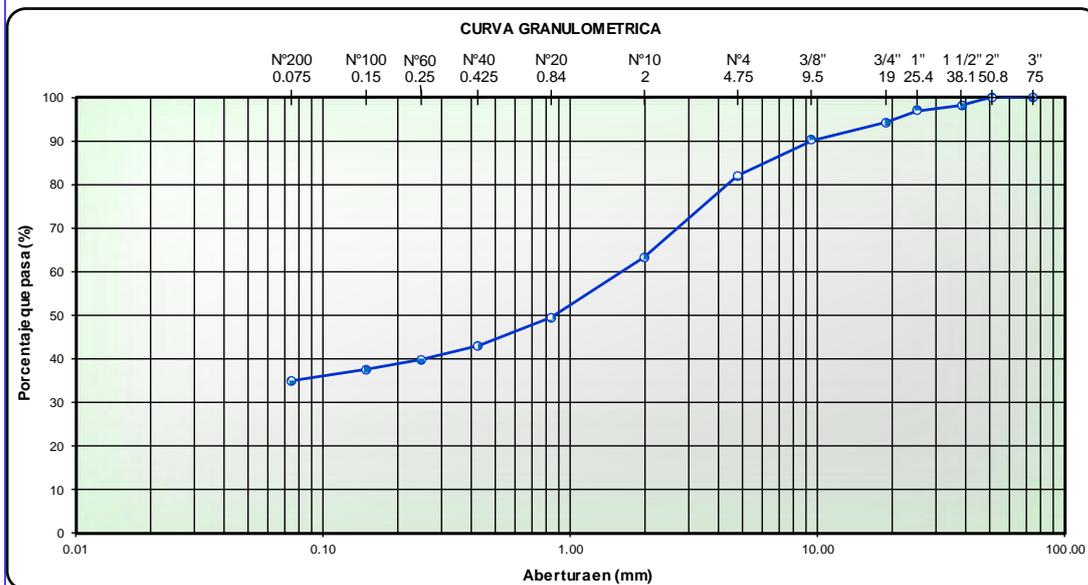


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso: Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
MATERIAL :	-	UBICACIÓN :	7+000
CALICATA :	C-18	N.F. :	N.P
MUESTRA :	M-01	FECHA :	21/04/16
PROF. (m) :	1.50	HECHO POR :	E.M.C

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
3"	75.00	0.0	0.0	0	100.00	Peso Total : 10125 gr.		
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.00	Grava	1828 gr.	18.1% D60 = 1.72 mm
1 1/2"	38.10	180.2	1.8	1.8	98.22	Arena	4760 gr.	47.0% D30 = 0.06 mm
1"	25.40	134.6	1.3	3.1	96.89	< N° 200	3537 gr.	34.9% D10 = 0.02 mm
3/4"	19.00	279.4	2.8	5.9	94.13	Cu	80.34	Cc 0
3/8"	9.50	398.8	3.9	9.8	90.19	LIMITES DE CONSISTENCIA		
N° 4	4.75	835.1	8.2	18.1	81.94	Límite Líquido	: 28	
N° 10	2.00	1892.0	18.7	36.7	63.26	Límite Plástico	: 21	
N° 20	0.84	1389.4	13.7	50.5	49.53	Índice Plástico	: 8	
N° 40	0.43	654.5	6.5	56.9	43.07	CLASIFICACIÓN DEL SUELO		
N° 60	0.25	333.5	3.3	60.2	39.78	A.A.S.H.T.O	A-2-4(0)	
N° 100	0.15	223.1	2.2	62.4	37.57	S.U.C.S.	SC	
N° 200	0.08	267.1	2.6	65.1	34.93	Arena arcillosa con grava		
< N° 200	0.00	3536.9	34.9	100.0	0.00			



Observaciones:

Realizado :
EDWIN OSAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :
Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

LÍMITES DE CONSISTENCIA
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

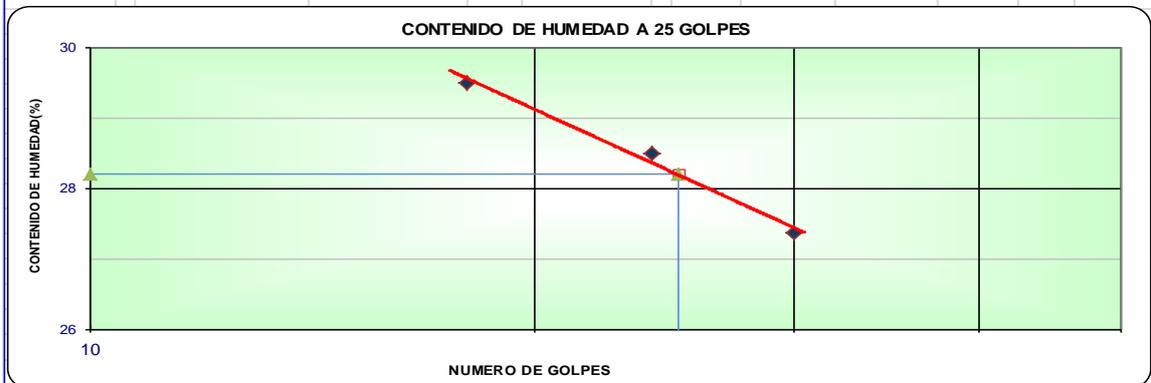
PROYECTO :	Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso:Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
MATERIAL :	-	UBICACIÓN :	7+000
CALICATA :	C-18	N.F. :	N.P
MUESTRA :	M-01	FECHA :	22/04/16
PROF. (m) :	1.50	HECHO POR :	E.M.C

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

Nº TARA		29-A	17-A	18-A
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	39.70	42.10	42.05
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	34.12	35.87	35.56
PESO DE AGUA	(gr.)	5.58	6.23	6.49
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.73	14.01	13.56
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	20.39	21.86	22.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	27.37	28.50	29.50
NUMERO DE GOLPES		30	24	18

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

Nº TARA		25-A	26-A	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	23.30	21.59	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	21.70	20.17	
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.79	13.39	
PESO DEL AGUA	(gr.)	1.60	1.42	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	7.91	6.78	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	20.23	20.94	21



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	28
LIMITE PLASTICO (%)	21
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	8

Observaciones:

Realizado

INGMON SAC
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO : Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso:Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"

MATERIAL	: -	UBICACIÓN	: 7+000
CALICATA	: C-18	N.F.	: N.P
MUESTRA	: M-01	FECHA	: 21/04/16
PROF. (m)	: 1.50	HECHO POR	: E.M.C

Nº TARA		-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	gr.	9583.50
PESO TARA + SUELO SECO	gr.	8536.70
PESO DE AGUA	gr.	1046.80
PESO DE LA TARA	gr.	0.00
PESO DEL SUELO SECO	gr.	8536.70
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	12.26

OBSERVACIONES

.....
.....
.....
.....
.....

Realizado :

INGMON SAC

EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso: Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
MATERIAL :	-	UBICACIÓN :	Km 7+000
CALICATA :	-	N.F :	N.P
MUESTRA :	M-01	FECHA :	25/04/16
PROF. (m) :	1.50	HECHO POR :	EMC

COMPACTACIÓN

Molde Nº	11		09		10	
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Condición de la muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8700.0		8211.0		8215.0	
Peso de molde + base (g)	4180.0		4061.0		4152.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4520.0		4150.0		4063.0	
Volumen del molde (cm ³)	2107.0		2032.0		2101.0	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.145		2.042		1.934	
Tara (Nº)	Tc-11		Tc-17		Tc-18	
Peso suelo húmedo + tara (g)	354.00		456.23		463.23	
Peso suelo seco + tara (g)	323.90		413.00		419.23	
Peso de tara (g)	70.59		51.25		51.98	
Peso de agua (g)	30.10		43.23		44.00	
Peso de suelo seco (g)	253.31		361.75		367.25	
Contenido de humedad (%)	11.88		11.95		11.98	
Contenido de humedad (%)	11.88		11.95		11.98	
Densidad seca (g/cm ³)	1.917		1.824		1.727	
	0.999		0.950		0.899	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
04-may-15	09:30	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
05-may-15	09:30	24	16	0.2	0.1	35	0.4	0.3	59	0.6	0.5
06-may-15	09:30	48	27	0.3	0.2	57	0.6	0.5	109	1.1	0.9
07-may-15	09:30	72	35	0.4	0.3	71	0.7	0.6	137	1.4	1.2
08-may-15	09:30	96	0	0.0	0.0	73	0.7	0.6	140	1.4	1.2

PENETRACIÓN

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE Nº 11				MOLDE Nº 9				MOLDE Nº 10			
mm	plg		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	
0.00	0.00	0	0			0	0			0	0			
0.64	0.025	9	2.1178			5	1.2703			3	0.8466			
1.27	0.050	19	4.236			12	2.7533			7	1.6941			
1.91	0.075	27	5.9302			19	4.236			11	2.5415			
2.54	0.100	70.31	40	8.6825	12	26	5.7184	8	15	3.3252	5			
3.81	0.150		54	11.645		35	7.624			21	4.6596			
5.08	0.200	105.46	69	14.819	14	43	9.3175	9	26	5.7184	5			
6.35	0.250		79	16.934		53	11.434			30	6.5654			
7.62	0.300		92	19.682		59	12.703			34	7.4123			
10.16	0.400		111	23.697		67	14.396			39	8.4708			
12.70	0.500		125	26.655		75	16.088			42	9.1058			

Observaciones:

Realizado :

INGMON SAC
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

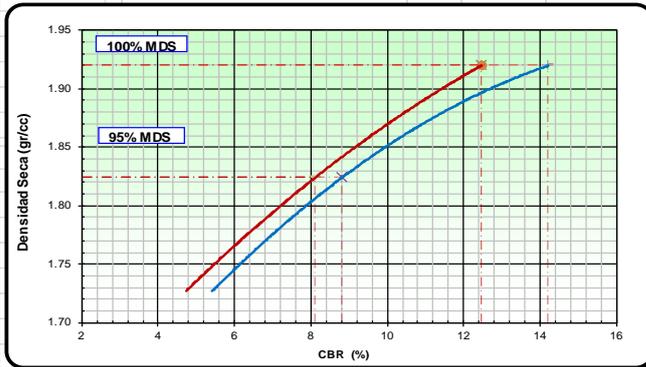


RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso:Poncos - Kochayoc, departamento de Ancash"		
MATERIAL :	-	UBICACIÓN :	Km 7+000
CALICATA :	-	N.F :	N.P
MUESTRA :	M-01	FECHA :	25/04/16
PROF. (m) :	1.50	HECHO POR :	EMC

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

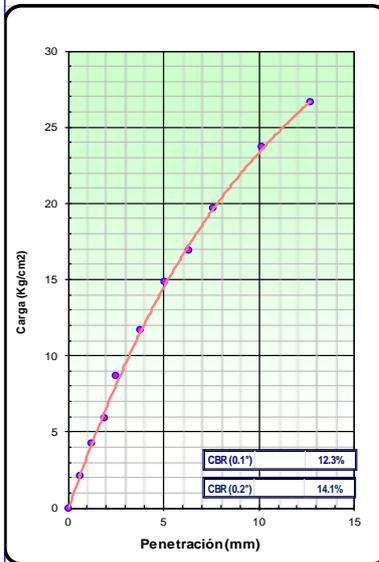
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) :	1.920
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	11.900
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³) :	1.824

PORCENTAJE DEL CBR

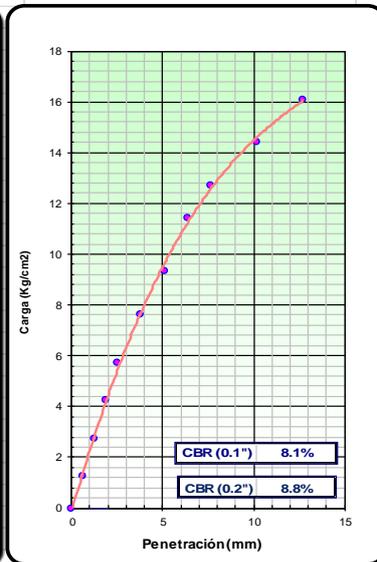
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 12.5	0.2": 14.2
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 8.1	0.2": 8.8

OBSERV.:

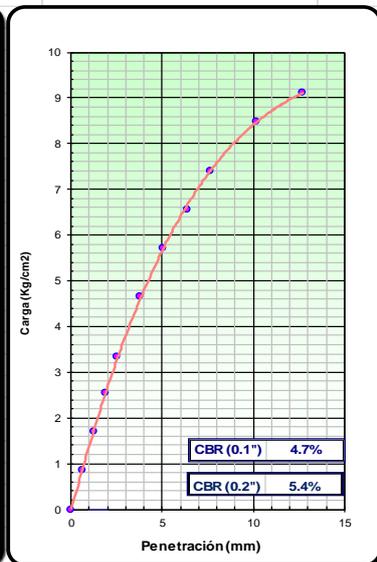
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Realizado

INGMON S.A.C.
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

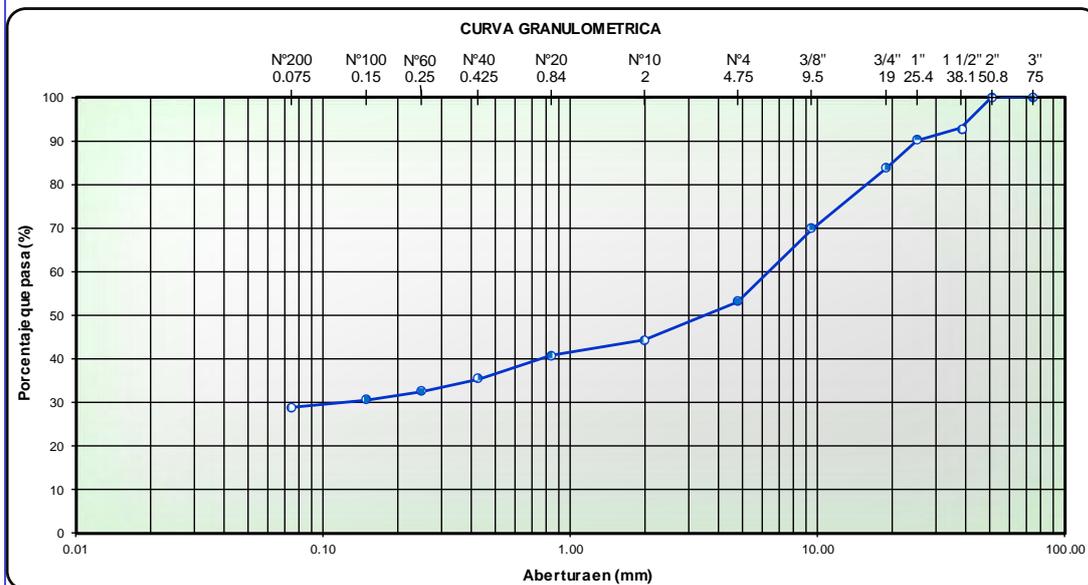
Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso: Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
MATERIAL :	-	UBICACIÓN :	8+000
CALICATA :	C-26	N.F. :	N.P
MUESTRA :	M-01	FECHA :	22/04/16
PROF. (m) :	1.50	HECHO POR :	E.M.C

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.00	0.0	0.0	0	100.00	Peso Total : 7936 gr.
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.00	Grava 3719 gr. 46.9% D60 = 6.70 mm
1 1/2"	38.10	563.4	7.1	7.1	92.90	Arena 1930 gr. 24.3% D30 = 0.12 mm
1"	25.40	210.3	2.6	9.7	90.25	< N° 200 2286 gr. 28.8% D10 = 0.03 mm
3/4"	19.00	521.3	6.6	16.3	83.68	Cu 257.25 Cc 0
3/8"	9.50	1095.0	13.8	30.1	69.88	LIMITES DE CONSISTENCIA
N° 4	4.75	1329.1	16.7	46.9	53.13	Límite Líquido : 26
N° 10	2.00	702.5	8.9	55.7	44.28	Límite Plástico : 19
N° 20	0.84	279.6	3.5	59.2	40.76	Índice Plástico : 7
N° 40	0.43	423.8	5.3	64.6	35.42	CLASIFICACIÓN DEL SUELO
N° 60	0.25	223.1	2.8	67.4	32.61	A.A.S.H.T.O A-2-4(0)
N° 100	0.15	151.4	1.9	69.3	30.70	S.U.C.S. GC-GM
N° 200	0.08	150.1	1.9	71.2	28.81	Grava Arcillosa limosa con arena
< N° 200	0.00	2286.3	28.8	100.0	0.00	



Observaciones:

Realizado :
INGMON S.A.C.
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :
Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

LÍMITES DE CONSISTENCIA
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

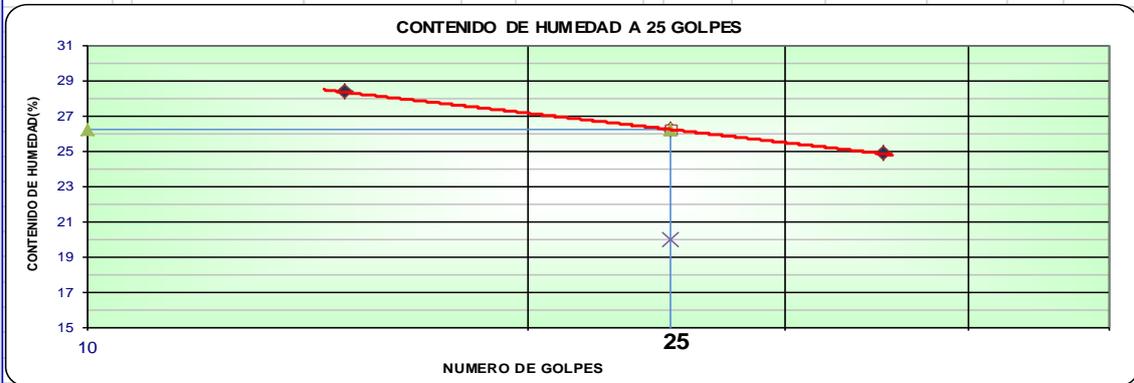
PROYECTO :	Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso:Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
MATERIAL :	-	UBICACIÓN :	8+000
CALICATA :	C-26	N.F. :	N.P
MUESTRA :	M-01	FECHA :	23/04/16
PROF. (m) :	1.50	HECHO POR :	E.M.C

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

Nº TARA		1-A	3-A	5-A
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	28.50	33.50	36.80
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	25.56	29.29	31.64
PESO DE AGUA	(gr.)	2.94	4.21	5.16
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.74	13.22	13.44
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	11.82	16.07	18.20
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	24.87	26.20	28.35
NUMERO DE GOLPES		35	25	15

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

Nº TARA		42-A	31-A	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	21.70	23.40	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	20.40	21.85	
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.66	13.87	
PESO DEL AGUA	(gr.)	1.30	1.55	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	6.74	7.98	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	19.29	19.42	19



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	26
LIMITE PLASTICO (%)	19
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	7

Observaciones:

Realizado

INGMON SAC
EDWIN CÉSAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO : Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso:Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"

MATERIAL	: -	UBICACIÓN	: 8+000
CALICATA	: C-26	N.F.	: N.P
MUESTRA	: M-01	FECHA	: 22/04/16
PROF. (m)	: 1.50	HECHO POR	: E.M.C

Nº TARA		-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	gr.	9900
PESO TARA + SUELO SECO	gr.	8011
PESO DE AGUA	gr.	1889
PESO DE LA TARA	gr.	0
PESO DEL SUELO SECO	gr.	8011
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	23.58

OBSERVACIONES

.....
.....
.....
.....
.....

Realizado

INGMON S.A.C.

EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

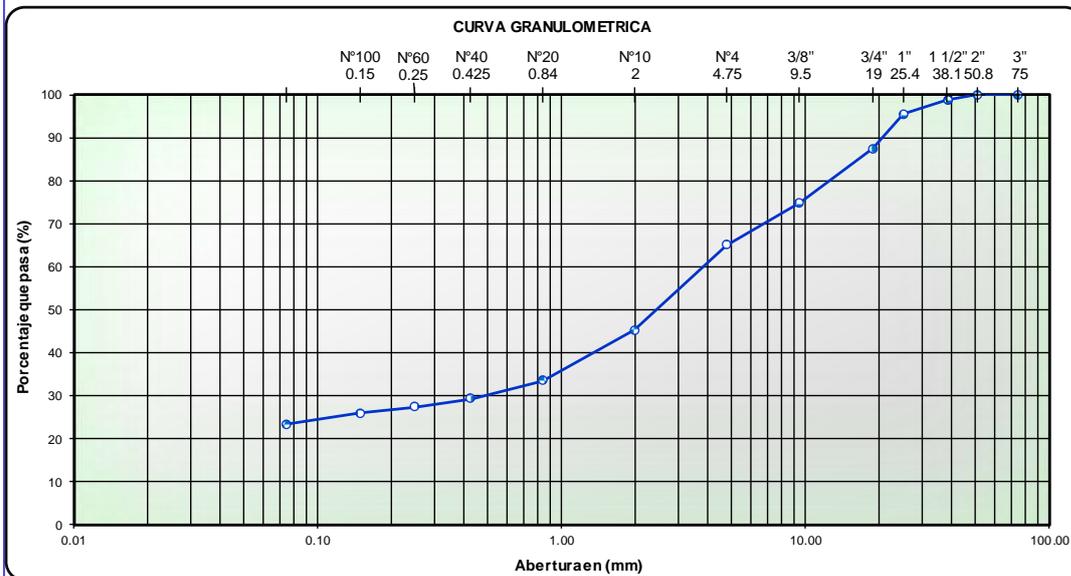
Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso:Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"				
MATERIAL :	-	UBICACIÓN :	9+000		
CALICATA :	C-28	N.F. :	N.P		
MUESTRA :	M-01	FECHA :	22/04/16		
PROF. (m) :	1.50	HECHO POR :	E.M.C		

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	75.00	0.0	0.0	0	100.00	Peso Total : 8852 gr.			
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.00	Grava	3091 gr.	34.9%	D60 = 4.05 mm
1 1/2"	38.10	105.3	1.2	1.2	98.81	Arena	3691 gr.	41.7%	D30 = 0.50 mm
1"	25.40	292.1	3.3	4.5	95.51	< N° 200	2071 gr.	23.4%	D10 = 0.03 mm
3/4"	19.00	716.9	8.1	12.6	87.41	Cu	126.15	Cc	2
3/8"	9.50	1107.3	12.5	25.1	74.90	LIMITES DE CONSISTENCIA			
N° 4	4.75	869.2	9.8	34.9	65.09	Límite Líquido	: 28		
N° 10	2.00	1756.6	19.8	54.8	45.24	Límite Plástico	: 20		
N° 20	0.84	1043.3	11.8	66.5	33.46	Índice Plástico	: 8		
N° 40	0.43	368.7	4.2	70.7	29.29	CLASIFICACIÓN DEL SUELO			
N° 60	0.25	161.3	1.8	72.5	27.47				
N° 100	0.15	134.2	1.5	74.0	25.95	A.A.S.H.T.O	A-2-4(0)		
N° 200	0.08	227.0	2.6	76.6	23.39	S.U.C.S.	SC		
< N° 200	0.00	2070.5	23.4	100.0	0.00	Arena Arcillosa con grava			



Observaciones:

Realizado :

INGMON S.A.C.
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



LÍMITES DE CONSISTENCIA

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso: Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
MATERIAL :	-	UBICACIÓN :	9+000
CALICATA :	C-28	N.F. :	N.P
MUESTRA :	M-01	FECHA :	23/04/16
PROF. (m) :	1.50	HECHO POR :	E.M.C

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

Nº TARA		26-A	8-A	24-A
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	42.45	37.25	35.36
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	35.82	32.65	31.58
PESO DE AGUA	(gr.)	6.63	4.60	3.78
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.39	16.59	13.56
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	22.43	16.06	13.56
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.56	28.64	27.88
NUMERO DE GOLPES		15	21	28

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

Nº TARA		6-A	7-A	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	16.99	17.09	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	16.40	16.49	
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.34	13.60	
PESO DEL AGUA	(gr.)	0.59	0.60	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	3.06	2.89	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	19.28	20.76	20

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	28
LIMITE PLASTICO (%)	20
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	8

Observaciones:

Realizado :

INGMON SAC

EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso:Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
MATERIAL :	-	UBICACIÓN :	9+000
CALICATA :	C-28	N.F. :	N.P
MUESTRA :	M-01	FECHA :	22/04/16
PROF. (m) :	1.50	HECHO POR :	E.M.C

Nº TARA		-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	gr.	8574
PESO TARA + SUELO SECO	gr.	7136
PESO DE AGUA	gr.	1438
PESO DE LA TARA	gr.	0
PESO DEL SUELO SECO	gr.	7136
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	20.15

OBSERVACIONES

Realizado

INGMON SAC

EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. F

Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

ORIO

Z



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO	Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliácridamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso: Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"			
MATERIAL	-		UBICACIÓN	km 9+000
CALICATA	-		N.F	N.P
MUESTRA	M-01		FECHA	26/04/16
PROF. (m)	1.50		HECHO POR	EMC

COMPACTACIÓN

Molde N°	01		03		02	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	10101.0		9839.0		9781.0	
Peso de molde + base (g)	5221.0		5292.0		5375.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4880.0		4547.0		4406.0	
Volumen del molde (cm ³)	2087.0		2040.1		2087.0	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.338		2.229		2.111	
Tara (N°)	Tc-21		Tc-14		Tc-15	
Peso suelo húmedo + tara (g)	482.00		423.00		465.00	
Peso suelo seco + tara (g)	452.00		397.23		436.25	
Peso de tara (g)	63.27		61.83		69.06	
Peso de agua (g)	30.00		25.77		28.75	
Peso de suelo seco (g)	388.73		335.40		367.19	
Contenido de humedad (%)	7.72		7.68		7.83	
Contenido de humedad (%)	7.72		7.68		7.83	
Densidad seca (g/cm ³)	2.171		2.070		1.958	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
04-may-15	09:30	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
05-may-15	09:30	24	2	0.0	0.0	4	0.0	0.0	7	0.1	0.1
06-may-15	09:30	48	5	0.1	0.0	8	0.1	0.1	13	0.1	0.1
07-may-15	09:30	72	0	0.0	0.0	10	0.1	0.1	17	0.2	0.1
08-may-15	09:30	96	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0

PENETRACIÓN

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 1				MOLDE N° 3				MOLDE N° 2			
mm	plg		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION
			Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.00	0.00		0	0			0	0			0	0		
0.64	0.025		49	10.587			28	6.1419			17	3.8124		
1.27	0.050		113	24.12			66	14.184			36	7.8357		
1.91	0.075		189	40.055			109	23.275			60	12.915		
2.54	0.100	70.31	248	52.59		75	140	29.822		42	80	17.145		24
3.81	0.150		368	77.812			211	44.798			120	25.599		
5.08	0.200	105.46	467	98.559		93	266	56.379		53	148	31.511		30
6.35	0.250		538	113.4			318	67.313			177	37.63		
7.62	0.300		625	131.56			360	76.133			199	42.269		
10.16	0.400		698	146.76			402	84.943			220	46.694		
12.70	0.500		735	154.45			434	91.649			228	48.379		

Observaciones:

Realizado

INGMON SAC
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

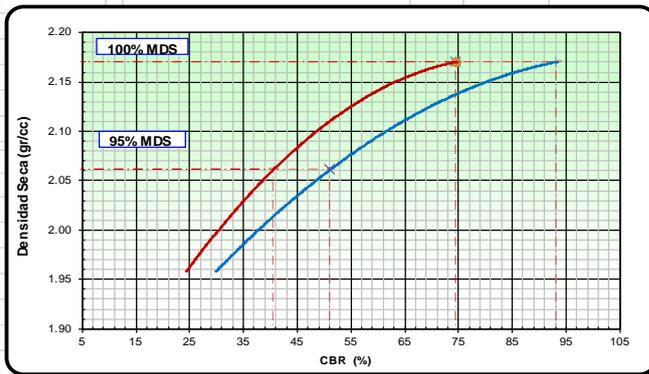


RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso: Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
MATERIAL :	-	UBICACIÓN :	km 9+000
CALICATA :	-	N.F :	N.P
MUESTRA :	M-01	FECHA :	30/04/16
PROF. (m) :	1.50	HECHO POR :	EMC

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

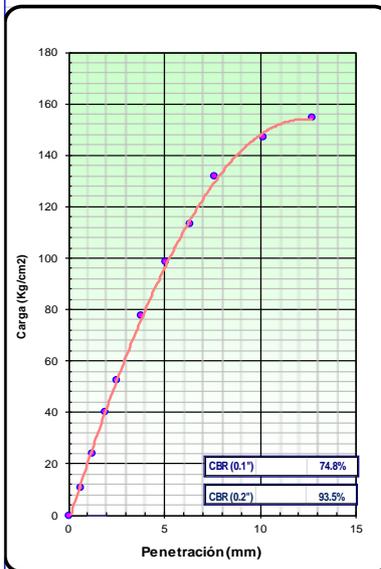
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 2.170
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 7.700
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³)	: 2.062

PORCENTAJE DEL CBR

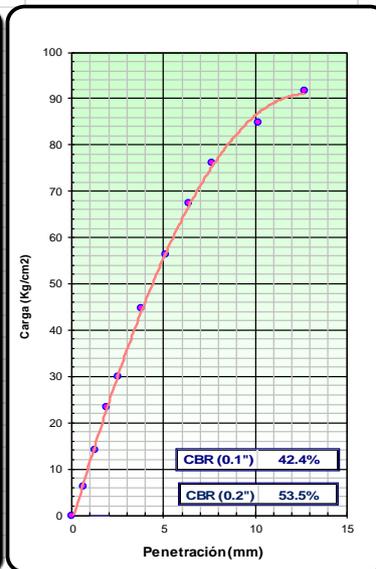
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 74.5	0.2": 93.1
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 40.5	0.2": 51.0

OBSERV.:

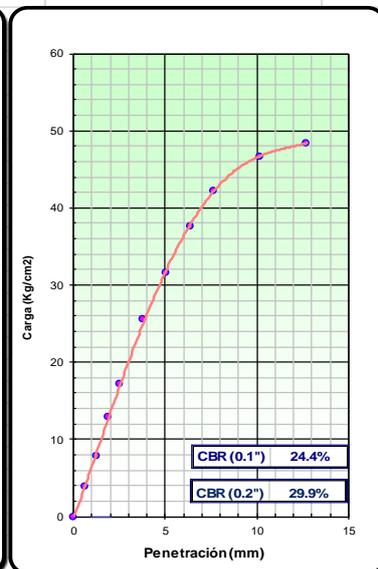
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

INGMON SAC

Realizado

EDWIN OSSAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

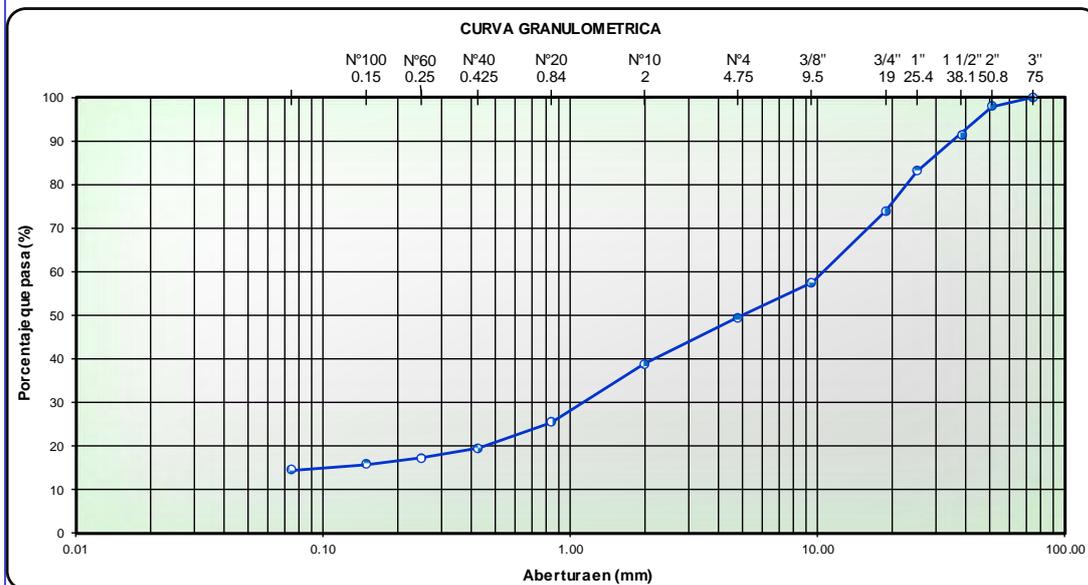


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso: Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
MATERIAL :	-	UBICACIÓN :	10+000
CALICATA :	C-30	N.F. :	N.P
MUESTRA :	M-01	FECHA :	22/04/16
PROF. (m) :	1.50	HECHO POR :	E.M.C

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
3"	75.00	0.0	0.0	0	100.00	Peso Total : 17651 gr.		
2"	50.80	360.1	2.0	2.0	97.96	Grava	8925 gr.	50.6% D60 = 10.97 mm
1 1/2"	38.10	1106.8	6.3	8.3	91.69	Arena	6173 gr.	35.0% D30 = 1.23 mm
1"	25.40	1514.5	8.6	16.9	83.11	< N° 200	2553 gr.	14.5% D10 = 0.05 mm
3/4"	19.00	1616.9	9.2	26.1	73.95	Cu	211.64	Cc 3
3/8"	9.50	2914.3	16.5	42.6	57.44	LIMITES DE CONSISTENCIA		
N° 4	4.75	1412.2	8.0	50.6	49.44	Límite Líquido	: 30	
N° 10	2.00	1864.6	10.6	61.1	38.87	Límite Plástico	: 23	
N° 20	0.84	2353.2	13.3	74.5	25.54	Índice Plástico	: 7	
N° 40	0.43	1048.8	5.9	80.4	19.60	CLASIFICACIÓN DEL SUELO		
N° 60	0.25	419.7	2.4	82.8	17.22	A.A.S.H.T.O	A-2-4(0)	
N° 100	0.15	234.7	1.3	84.1	15.89	S.U.C.S.	GM	
N° 200	0.08	252.2	1.4	85.5	14.46	Grava Limosa con arena		
< N° 200	0.00	2553.0	14.5	100.0	0.00			



Observaciones:

Realizado :

INGMON S.A.C.
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



LÍMITES DE CONSISTENCIA

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso:Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
MATERIAL :	-	UBICACIÓN :	10+000
CALICATA :	C-30	N.F. :	N.P
MUESTRA :	M-01	FECHA :	23/04/16
PROF. (m) :	1.50	HECHO POR :	E.M.C

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

Nº TARA		26-A	8-A	24-A
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	42.45	37.25	35.36
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	35.51	32.42	31.32
PESO DE AGUA	(gr.)	6.94	4.83	4.04
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.39	16.59	13.56
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	22.12	15.83	13.56
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	31.37	30.51	29.79
NUMERO DE GOLPES		17	22	28

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

Nº TARA		6-A	7-A	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	16.99	17.09	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	16.30	16.44	
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.34	13.60	
PESO DEL AGUA	(gr.)	0.69	0.65	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	2.96	2.84	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	23.31	22.89	23



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	30
LIMITE PLASTICO (%)	23
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	7

Observaciones:

Realizado :

INGMON SAC
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO : Tesis de investigación "Propuestas de Estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato. Caso: Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"

MATERIAL	: -	UBICACIÓN	: 10+000
CALICATA	: C-30	N.F.	: N.P
MUESTRA	: M-01	FECHA	: 22/04/16
PROF. (m)	: 1.50	HECHO POR	: E.M.C

Nº TARA		-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	gr.	8365
PESO TARA + SUELO SECO	gr.	7162
PESO DE AGUA	gr.	1203
PESO DE LA TARA	gr.	0
PESO DEL SUELO SECO	gr.	7162.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	16.80

OBSERVACIONES

Realizado : 
EDWIN CÉSAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable 
Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

**A.1.1.2 MATERIAL PROPIO DE LA SUBRASANTE CON Y SIN
ESTABILIZADOR**

**A.1.1.2.1 MATERIAL PROPIO DE LA SUBRASANTE SIN
ESTABILIZADORES QUIMICOS**

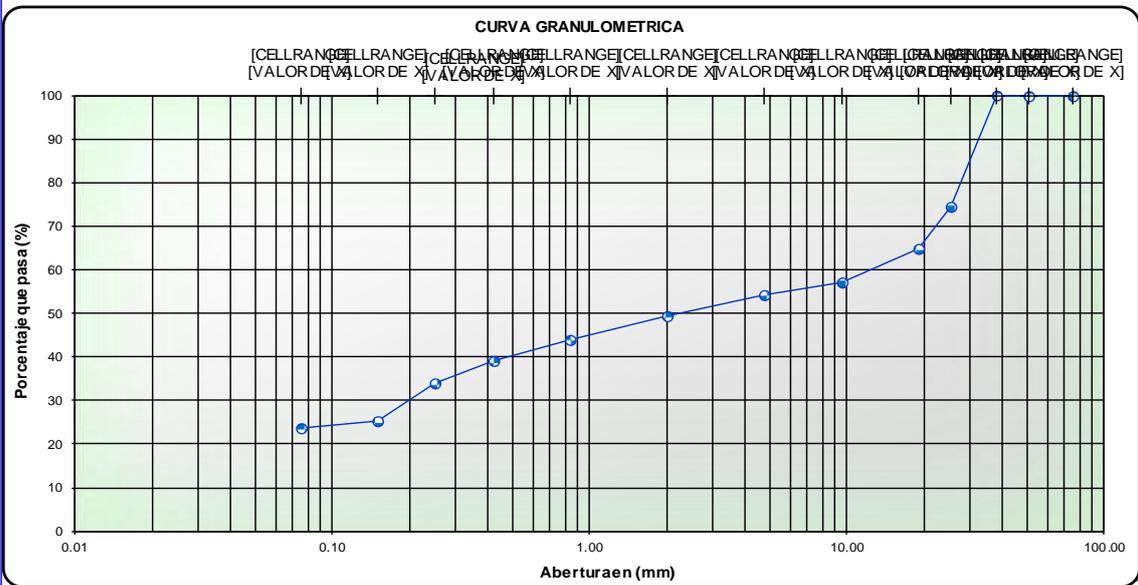


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"				
MATERIAL :	-	UBICACIÓN :	Subrasante		
CALICATA :	C-1	N.F. :	N.P		
MUESTRA :	Insitu	FECHA :	03/05/16		
PROF. (m) :	1.50	HECHO POR :	E.M.C		

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	75.00	0.0	0.0	0	100.00	Peso Total : 4145 gr.			
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.00	Grava	1891 gr.	45.6%	D60 = 13.14 mm
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.00	Arena	1267 gr.	30.6%	D30 = 0.20 mm
1"	25.40	1049.9	25.3	25.3	74.67	< N° 200	987 gr.	23.8%	D10 = 0.03 mm
3/4"	19.00	409.9	9.9	35.2	64.78	Cu	417.17	Cc	0
3/8"	9.50	320.8	7.7	43.0	57.04	LIMITES DE CONSISTENCIA			
N° 4	4.75	109.8	2.7	45.6	54.39	Límite Líquido	: 28		
N° 10	2.00	199.7	4.8	50.4	49.57	Límite Plástico	: 22		
N° 20	0.84	228.3	5.5	55.9	44.06	Índice Plástico	: 6		
N° 40	0.43	199.7	4.8	60.8	39.24	CLASIFICACIÓN DEL SUELO			
N° 60	0.25	211.2	5.1	65.9	34.15	A.A.S.H.T.O	A-1-b(0)		
N° 100	0.15	371.0	9.0	74.8	25.20	S.U.C.S.	GC-GM		
N° 200	0.08	57.0	1.4	76.2	23.82	Grava arcillosa-limosa			
< N° 200	0.00	987.3	23.8	100.0	0.00				



Observaciones:

Realizado :
EDWIN CÉSAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :
Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

LÍMITES DE CONSISTENCIA

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO : Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Puncos – Kochayoc, departamento de Ancash"

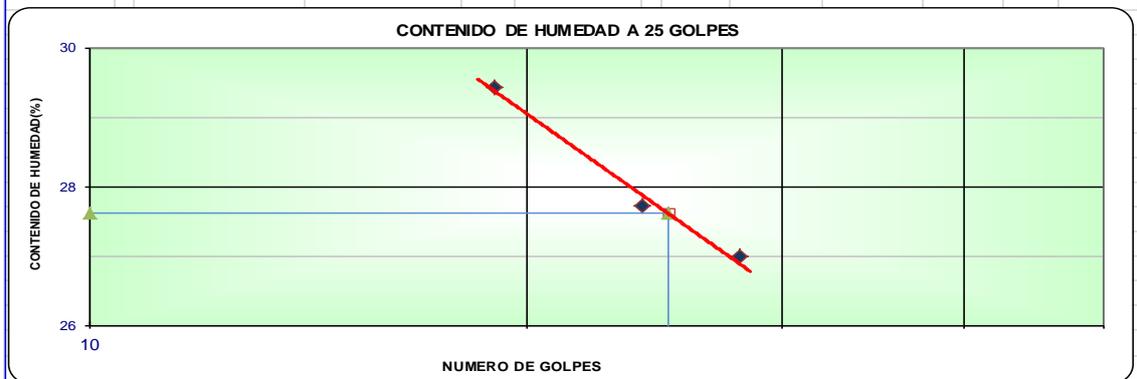
MATERIAL	: -	UBICACIÓN	: Subrasante
CALICATA	: C-1	N.F.	: N.P
MUESTRA	: Insitu	FECHA	: 04/05/16
PROF. (m)	: 1.50	HECHO POR	: E.M.C

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

Nº TARA		30-A	39-A	33-A
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	44.90	36.40	37.50
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	39.20	31.48	32.01
PESO DE AGUA	(gr.)	5.70	4.92	5.49
PESO DE LA TARA	(gr.)	18.08	13.74	13.36
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	21.12	17.74	18.65
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	26.99	27.73	29.44
NUMERO DE GOLPES		28	24	19

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

Nº TARA		T-1	T-6	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	38.10	38.42	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	35.45	35.75	
PESO DE LA TARA	(gr.)	23.00	23.50	
PESO DEL AGUA	(gr.)	2.65	2.67	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	12.45	12.25	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	21.29	21.80	22



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	28
LIMITE PLASTICO (%)	22
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	6

Observaciones:

Realizado :
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :
Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliácridamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
MATERIAL :	-	UBICACIÓN :	Subrasante
CALICATA :	C-1	N.F. :	NP
MUESTRA :	Insitu	FECHA :	03/05/16
PROF. (m) :	1.50	HECHO POR :	E.M.C

Nº TARA		-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	gr.	9548
PESO TARA + SUELO SECO	gr.	9318
PESO DE AGUA	gr.	230
PESO DE LA TARA	gr.	0
PESO DEL SUELO SECO	gr.	9318
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	2.47

OBSERVACIONES

.....

Realizado :

INGMON SAC

 EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
 TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos



INFORME N° S16-750-1

(SEGUNDO ORIGINAL)

SOLICITANTE : ING. SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES
 PROYECTO : TESIS DE MAESTRIA
 UBICACIÓN : ANCASH
 FECHA : 23 DE SETIEMBRE DEL 2016

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Muestra : Natural

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D1883 (C)

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 (C)

Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 2.157
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.2

b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (g/cm ³)	2.157	2.084	2.031
Contenido de Humedad	9.2	9.2	9.2

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

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	554	1000	55.4
II	0.1	284	1000	28.4
III	0.1	140	1000	14.0

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 55.4 %
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 18.6 %

d).- Expansión(%) : 1.6

Nota: La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

Ejecutado por : Tec. R. Caidas N
 Revisado por : Ing. D. Basurto R



Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS
 Jefa del Laboratorio N°2 UNI - FIC

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo: 4019
 e-mail: lms_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos



INFORME N° S16-750-1

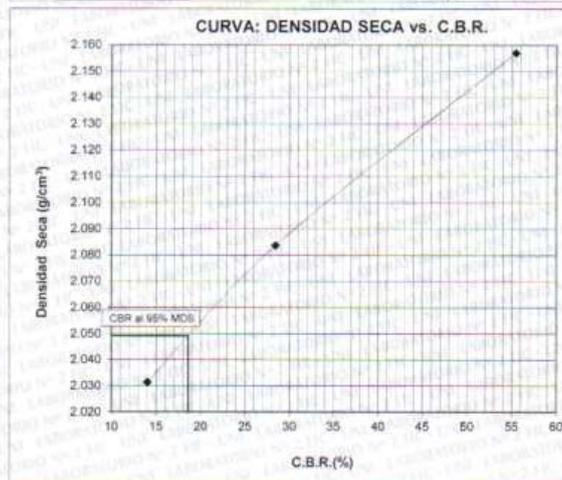
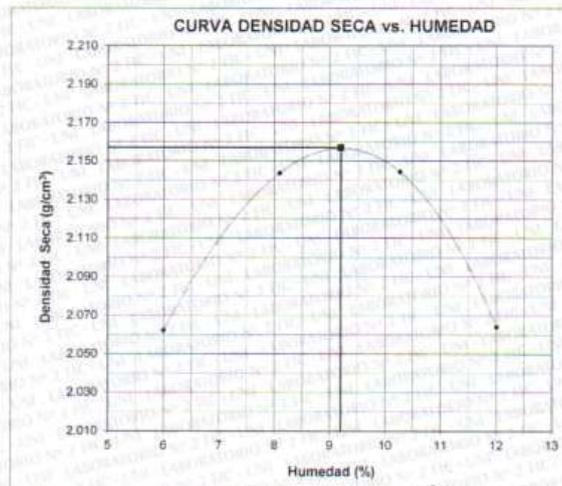
(SEGUNDO ORIGINAL)

SOLICITANTE : ING. SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES
 PROYECTO : TESIS DE MAESTRIA
 UBICACION : ANCASH
 FECHA : 23 DE SETIEMBRE DEL 2016

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 (C)

Máxima Densidad Seca (g/cm ³)	2.157
Óptimo Contenido de Humedad (%)	9.2
CBR al 100% de la MDS (%)	55.4
CBR al 95% de la MDS (%)	18.6

Muestra : Natural



Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo: 4019
 e-mail: lms_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

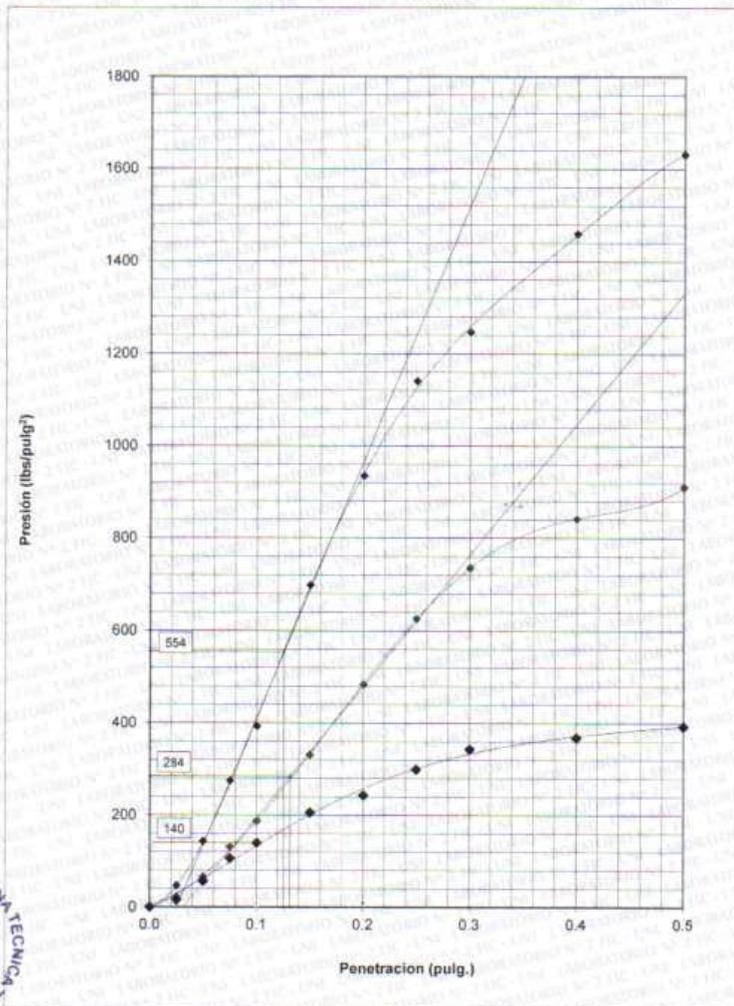


INFORME N° S16-750-1
(SEGUNDO ORIGINAL)

SOLICITANTE : ING. SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES
PROYECTO : TESIS DE MAESTRIA
UBICACIÓN : ANCASH
FECHA : 23 DE SETIEMBRE DEL 2016

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 (C)

Muestra : Natural



Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo: 4019
e-mail: lms_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe

A.1.1.2.2. MATERIAL PROPIO DE LA SUBRASANTE CON ESTABILIZADOR QUIMICO POLIACRILAMINA ANIONICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos



INFORME N° S16-750-3
(SEGUNDO ORIGINAL)

SOLICITANTE : ING. SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES
 PROYECTO : TESIS DE MAESTRIA
 UBICACIÓN : ANCASH
 FECHA : 12 DE OCTUBRE DEL 2016

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Muestra : Poliacrilamina Anionica

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D1883 (C)

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 (C)

Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 2.157
 Optimo Contenido de Humedad (%) : 9.2

b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (g/cm ³)	2.157	2.030	1.930
Contenido de Humedad	9.2	9.2	9.2

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

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	394	1000	39.4
II	0.1	300	1000	30.0
III	0.1	189	1000	18.9

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 39.4 %
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 31.6 %

d).- Expansión(%) : NP

Nota: La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

Ejecutado por : Tec. R. Caldas N.
 Revisado por : Ing. D. Basurto R.



Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS
 Jefe (e) del Laboratorio N°2 UNI - FIC

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo: 4019
 e-mail: lms_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos



INFORME N° S16-750-3

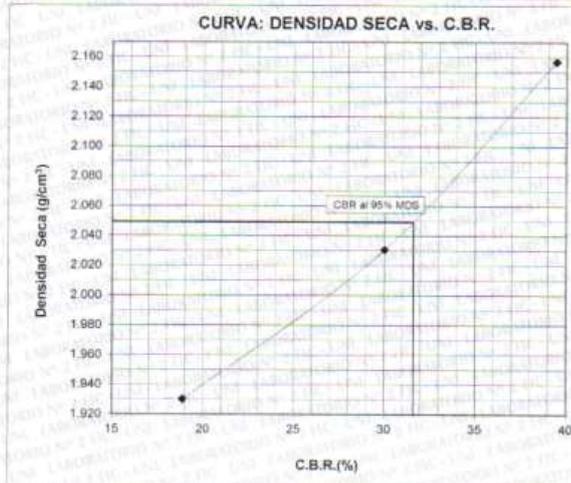
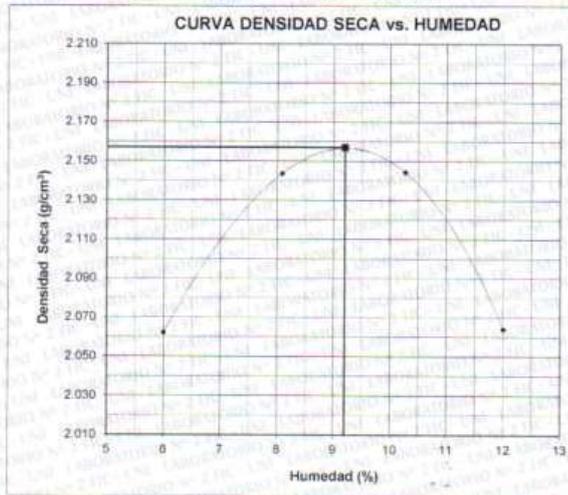
(SEGUNDO ORIGINAL)

SOLICITANTE : ING. SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES
 PROYECTO : TESIS DE MAESTRIA
 UBICACIÓN : ANCASH
 FECHA : 12 DE OCTUBRE DEL 2016

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 (C)

Máxima Densidad Seca (g/cm ³)	2.157
Óptimo Contenido de Humedad (%)	9.2
CBR al 100% de la MDS (%)	39.4
CBR al 95% de la MDS (%)	31.6

Muestra: Poliacrilamina Anonisa



Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo: 4019
 e-mail: lms_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos



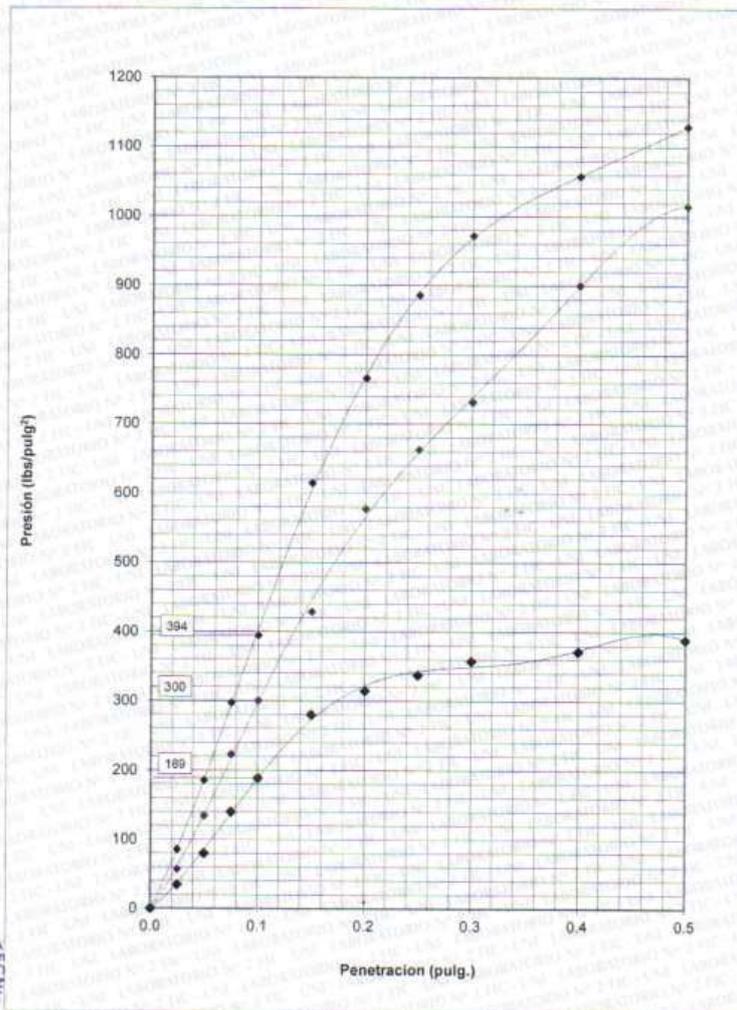
INFORME N° S16-750-3

(SEGUNDO ORIGINAL)

SOLICITANTE : ING. SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES
 PROYECTO : TESIS DE MAESTRIA
 UBICACIÓN : ANCASH
 FECHA : 12 DE OCTUBRE DEL 2016

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 (C)

Muestra : Poliacrilamina Anionica



Av: Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo: 4019
 e-mail: lms_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Puncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	Subrasante
MUESTRA :	Poliacrilamina anionica 0.10 Kg/m ³	N.F :	N.P
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	29/09/2016
		HECHO POR :	EMC

COMPACTACIÓN

Molde N°	08		11		05	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9085.0		8709.0		9042.0	
Peso de molde + base (g)	4292.0		4152.0		4585.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4793.0		4557.0		4457.0	
Volumen del molde (cm ³)	2032.0		2032.0		2101.0	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.359		2.243		2.121	
Tara (N°)	Tc-07		Tc-09		Tc-12	
Peso suelo húmedo + tara (g)	469.23		478.23		498.23	
Peso suelo seco + tara (g)	435.00		442.75		462.00	
Peso de tara (g)	65.23		70.23		67.23	
Peso de agua (g)	34.23		35.48		36.23	
Peso de suelo seco (g)	369.77		372.52		394.77	
Contenido de humedad (%)	9.26		9.52		9.18	
Contenido de humedad (%)	9.26		9.52		9.18	
Densidad seca (g/cm ³)	2.159		2.048		1.943	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
MATERIAL NO EXPANSIVO											

PENETRACIÓN

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 8				MOLDE N° 11				MOLDE N° 5			
mm	plg		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	
0.00	0.00	0	0			0	0			0	0			
0.64	0.025	22	4.8714			12	2.7533			8	1.9059			
1.27	0.050	64	13.676			40	8.6825			25	5.5067			
1.91	0.075	95	20.274			60	12.915			38	8.1533			
2.54	0.100	70.31	126	26.866	38	79	16.934	24	49	10.587		15		
3.81	0.150		180	38.263		112	23.909		70	15.03				
5.08	0.200	105.46	240	50.906	48	150	31.933	30	94	20.105		19		
6.35	0.250		287	60.796		179	38.052		112	23.909				
7.62	0.300		329	69.624		215	45.64		135	28.767				
10.16	0.400		375	79.281		254	53.853		159	33.833				
12.70	0.500		412	87.04		265	56.168		180	38.263				

Observaciones:

INGMON SAC
Realizado
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsabl
Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



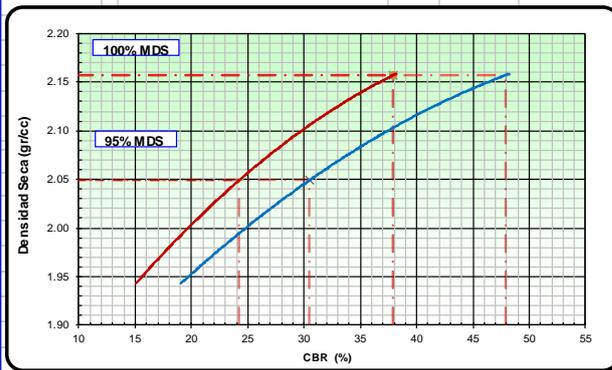
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO : Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliácridamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"

CANTERA : C-1 UBICACIÓN : Subrasante
MUESTRA : Poliácridamina anionica 0.10 Kg/m³ N.F : N.P
PROF. (m) : 1.50 FECHA : 29/09/2016
HECHO POR : EMC

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.157
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 9.2
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm³) : 2.049

PORCENTAJE DEL CBR

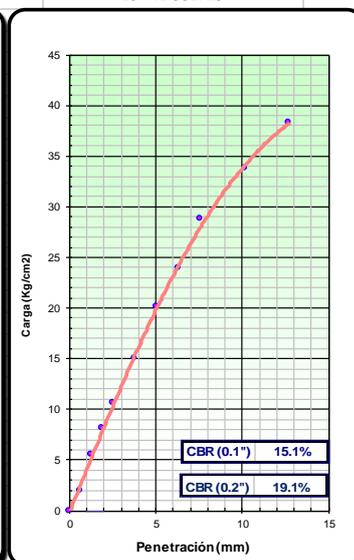
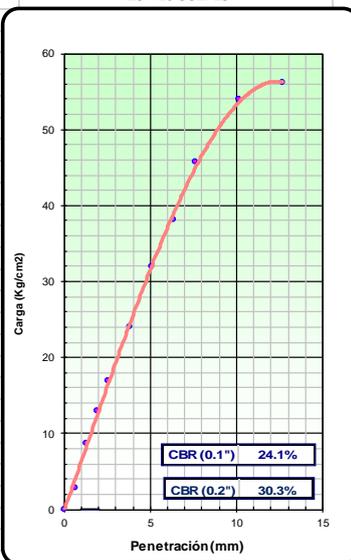
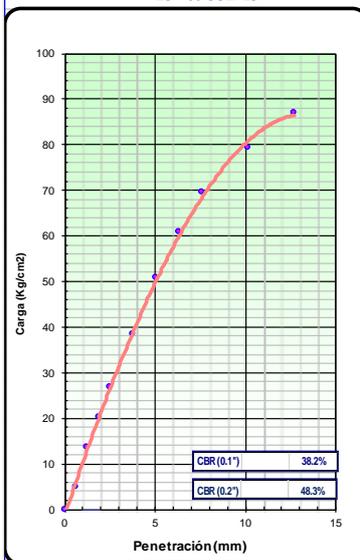
	0.1"	0.2"
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	37.9	47.9
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	24.2	30.5

OBSERV.:

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Realizado : INGMON S.A.C.
EDWIN DESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable : *Silvia Monica Villanueva Flores*

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliácridamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Puncos – Kochayoc, departamento de Ancash"				
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	Subrasante		
MUESTRA :	Poliácridamida anionica 0.38 Kg/m3	N.F :	N.P		
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	29/09/2016		
		HECHO POR :	EMC		

COMPACTACIÓN

	12	07	09
Molde Nº	12	07	09
Capas Nº	5	5	5
Golpes por capa Nº	56	25	12
Condición de la muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8956.0	8753.0	8512.0
Peso de molde + base (g)	4152.0	4196.0	4061.0
Peso del suelo húmedo (g)	4804.0	4557.0	4451.0
Volumen del molde (cm ³)	2032.0	2032.0	2101.0
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.364	2.243	2.119
Tara (Nº)	Tc-05	Tc-03	Tc-14
Peso suelo húmedo + tara (g)	562.00	512.00	523.00
Peso suelo seco + tara (g)	519.00	474.00	485.00
Peso de tara (g)	65.23	70.23	67.23
Peso de agua (g)	43.00	38.00	38.00
Peso de suelo seco (g)	453.77	403.77	417.77
Contenido de humedad (%)	9.48	9.41	9.10
Contenido de humedad (%)	9.48	9.41	9.10
Densidad seca (g/cm ³)	2.160	2.050	1.942

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
MATERIAL NO EXPANSIVO											

PENETRACIÓN

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE Nº 12				MOLDE Nº 7				MOLDE Nº 9			
mm	plg		CARGA Dial (div)	kg/cm2	CORRECCION kg/cm2	%	CARGA Dial (div)	kg/cm2	CORRECCION kg/cm2	%	CARGA Dial (div)	kg/cm2	CORRECCION kg/cm2	%
0.00	0.00		0	0		0	0			0	0			
0.64	0.025		32	6.9889		20	4.4478			12	2.7533			
1.27	0.050		84	17.991		53	11.434			34	7.4123			
1.91	0.075		126	26.866		79	16.934			51	11.011			
2.54	0.100	70.31	168	35.731	51	105	22.43	32	68	14.607	21			
3.81	0.150		240	50.906		150	31.933			97	20.739			
5.08	0.200	105.46	304	64.371	61	190	40.371	38	123	26.232	25			
6.35	0.250		382	80.749		239	50.696			154	32.777			
7.62	0.300		438	92.487		274	58.062			176	37.419			
10.16	0.400		499	105.25		312	66.052			202	42.901			
12.70	0.500		549	115.7		343	72.564			222	47.115			

Observaciones:

Realizado :

INGMON SAC
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

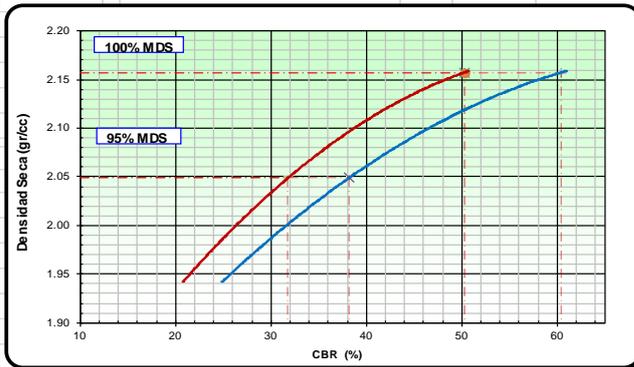


RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliácridamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	Subrasante
MUESTRA :	Poliácridamina anionica 0.38 Kg/m ³	N.F. :	N.P
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	29/09/2016
		HECHO POR :	EMC

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

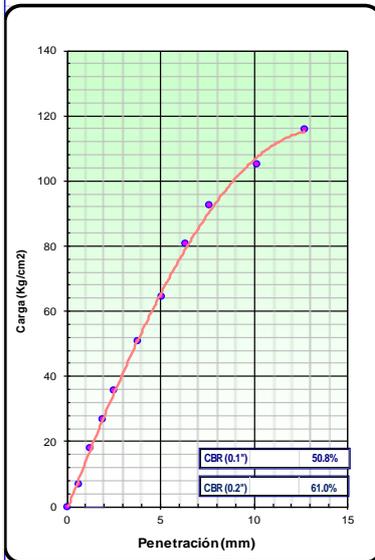
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) :	2.157
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	9.2
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³) :	2.049

PORCENTAJE DEL CBR

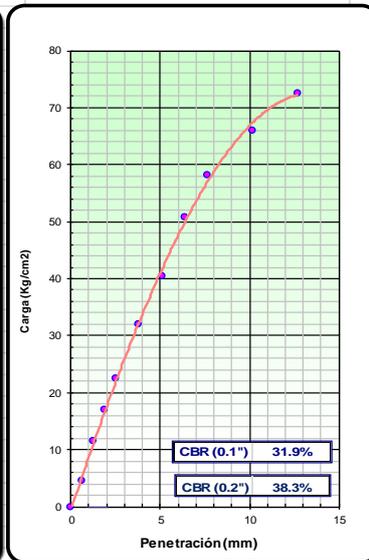
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 50.3	0.2": 60.5
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 31.8	0.2": 38.2

OBSERV.:

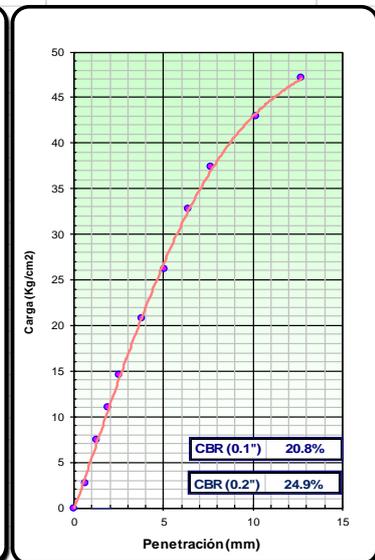
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Realizado :
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :
Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

**A.1.1.2.3. MATERIAL PROPIO DE LA SUBRASANTE CON
ESTABILIZADOR QUIMICO ORGANOSILANO**



INFORME N° S16-750-5 (SEGUNDO ORIGINAL)

SOLICITANTE : ING. SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES
PROYECTO : TESIS DE MAESTRIA
UBICACIÓN : ANCASH
FECHA : 12 DE OCTUBRE DEL 2016

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Muestra : Derivado Organosilano

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D1883 (C)

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 (C)

Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 2.157
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.2

b).- Compactación de moldes

Table with 4 columns: MOLDE N°, I, II, III. Rows include N° de capas, Numero de golpes/capa, Densidad Seca (g/cm³), and Contenido de Humedad.

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

Table with 5 columns: MOLDE N°, Penetración (pulg), Presión Aplicada (Lb/pulg²), Presión Patrón (Lb/pulg²), C.B.R. (%).

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 59.5 %
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 40.6 %

d).- Expansión(%) : NP

Nota: La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

Ejecutado por: Téc. R. Caldas N.
Revisado por: Ing. D. Basurto R.



Handwritten signature and name: MsC. Ing. LUISA E. SHUAN LUCA, Jefe (e) del Laboratorio N°2 UNI - FIC



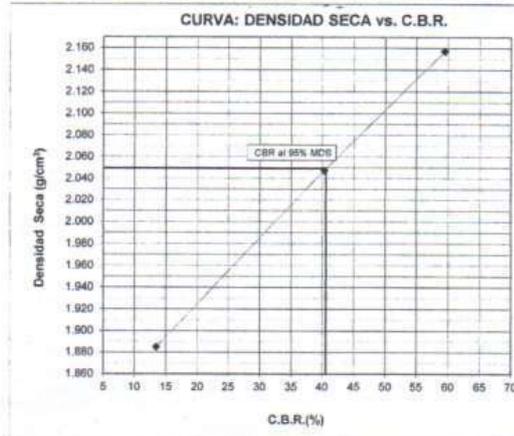
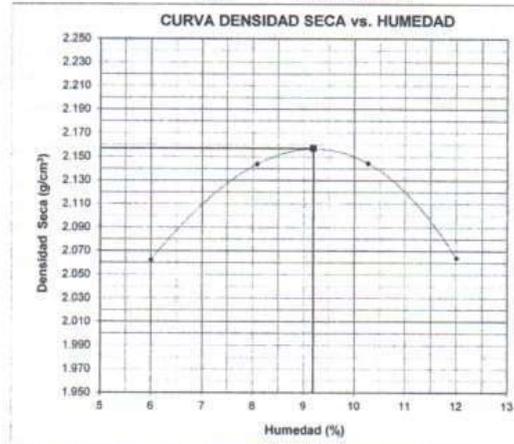
INFORME N° S16-750-5
(SEGUNDO ORIGINAL)

SOLICITANTE : ING. SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES
PROYECTO : TESIS DE MAESTRIA
UBICACIÓN : ANCASH
FECHA : 12 DE OCTUBRE DEL 2016

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 (C)

Máxima Densidad Seca (g/cm ³)	: 2.157
Óptimo Contenido de Humedad (%)	: 9.2
CBR al 100% de la MDS (%)	: 59.5
CBR al 95% de la MDS (%)	: 40.8

Muestra : Derivado Organosilano



139

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo: 4019
e-mail: lms_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

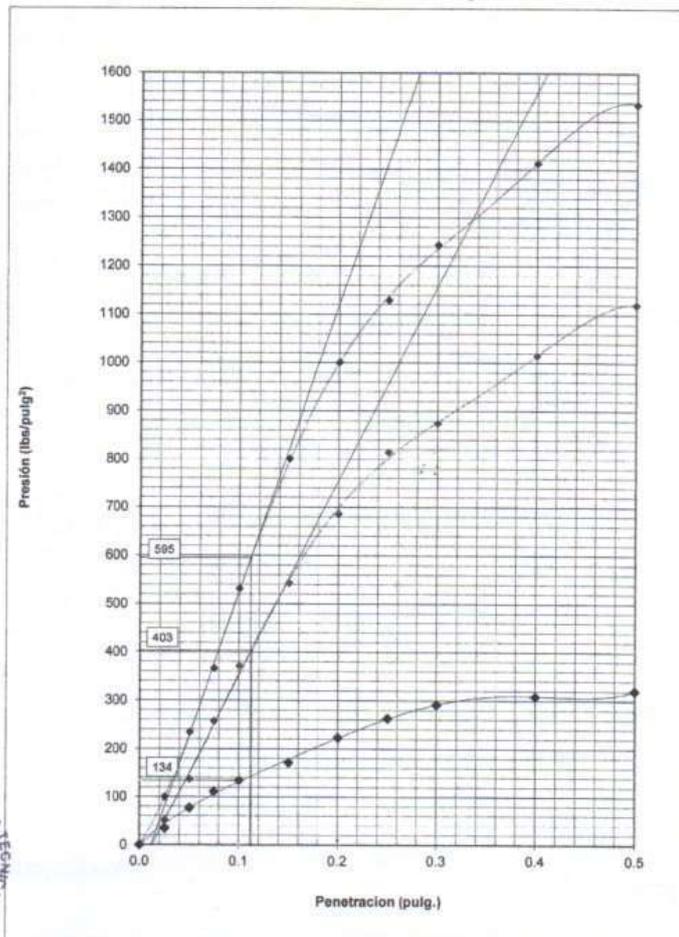


INFORME N° S16-750-5
(SEGUNDO ORIGINAL)

SOLICITANTE : ING. SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES
PROYECTO : TESIS DE MAESTRIA
UBICACIÓN : ANCASH
FECHA : 12 DE OCTUBRE DEL 2016

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 (C)

Muestra : Derivado Organosilano



Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo: 4019
e-mail: lms_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 133, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m., utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos - Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	Subtrazante
MUESTRA :	Organosilano 0.30 Kg/m ³	N.F. :	N.P.
PROF. (m) :	1.30	FECHA :	23/09/2016
		HECHO POR :	EMC

COMPACTACIÓN

Molde N°	05		04		12	
	5		5		5	
Capas N°	56		25		12	
Golpes por capa N°	SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
Condición de la muestra	SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9086.0		8167.0		8631.0	
Peso de molde + base (g)	4585.0		4604.0		4152.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4601.0		4563.0		4479.0	
Volumen del molde (cm ³)	2032.0		2032.0		2101.0	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.263		2.246		2.132	
Tara (N°)	Tc-06		Tc-07		Tc-08	
Peso suelo húmedo + tara (g)	423.00		475.00		436.00	
Peso suelo seco + tara (g)	362.00		440.00		403.00	
Peso de tara (g)	67.34		76.30		66.20	
Peso de agua (g)	31.00		35.00		33.00	
Peso de suelo seco (g)	324.66		363.70		336.80	
Contenido de humedad (%)	9.55		9.62		9.80	
Contenido de humedad (%)		9.55		9.62		9.80
Densidad seca (g/cm ³)		2.187		2.048		1.942

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
MATERIAL NO EXPANSIVO											

PENETRACIÓN

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 5			MOLDE N° 4			MOLDE N° 12		
mm	plg		CARGA Dial (div)	kg/cm ²	CORRECCION %	CARGA Dial (div)	kg/cm ²	CORRECCION %	CARGA Dial (div)	kg/cm ²	CORRECCION %
0.00	0.00		0	0		0	0		0	0	
0.64	0.025		20	4.4478		13	2.9651		9	2.1178	
1.27	0.050		56	14.184		41	8.8306		25	5.5067	
1.91	0.075		99	21.162		62	13.253		39	8.4708	
2.54	0.100	70.31	132	28.133	40	83	17.674	25	51	11.011	
3.81	0.150		190	40.371		119	25.386		71	15.242	
5.08	0.200	105.46	241	51.117	46	151	32.144	30	92	19.682	
6.35	0.250		281	59.534		176	37.419		109	23.275	
7.62	0.300		316	66.893		198	42.058		125	26.655	
10.16	0.400		354	74.874		221	46.905		145	30.878	
12.70	0.500		376	79.461		235	48.653		158	33.622	

Observaciones:

Realizado

INGMON SAC

EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo ING RESPONSABLE DE ENLAYOS DE LABORATORIO
Nombre SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO : Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m., utilizando poliacrilamida aniónica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos - Kochayoc, departamento de Ancash"

CANTERA : C-1	UBICACIÓN : Subrasante
MUESTRA : Organosilano 1.00 Kg/m ³	N.F. : N.P
PROF (m) : 1.50	FECHA : 26/09/2018
	HECHO POR : EMC

COMPACTACIÓN

Molde N°	07		03		01	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8995.0		8867.0		9609.0	
Peso de molde + base (g)	4106.0		5202.0		5221.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4799.0		4575.0		4478.0	
Volumen del molde (cm ³)	2032.0		2032.0		2101.0	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.362		2.251		2.131	
Tara (N°)	Tc-05		Tc-07		Tc-08	
Peso suelo húmedo + tara (g)	423.00		475.00		436.00	
Peso suelo seco + tara (g)	392.00		440.00		403.00	
Peso de tara (g)	67.34		76.30		66.20	
Peso de agua (g)	31.00		35.00		33.00	
Peso de suelo seco (g)	324.66		363.70		336.80	
Contenido de humedad (%)	9.55		9.62		9.80	
Contenido de humedad (%)		9.55		9.62		9.80
Densidad seca (g/cm ³)	2.156		2.054		1.941	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
MATERIAL NO EXPANSIVO											

PENETRACIÓN

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N° 7			MOLDE N° 3			MOLDE N° 1		
		mm	psi	kg/cm ²	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION
		Dial (div)	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	%
0.00	0.00	0	0		0	0		0	0	
0.64	0.025	35	7.624		22	4.8714		14	3.177	
1.27	0.050	126	28.666		79	16.934		53	11.434	
1.91	0.075	190	46.371		119	25.388		79	16.034	
2.54	0.100	70.31	253	53.643	76	158	33.022	48	105	22.43
3.81	0.150		364	76.973		228	48.379		152	32.355
5.08	0.200	105.46	462	97.513	92	289	61.217	58	193	41.004
6.35	0.250		539	113.61		337	71.304		225	47.747
7.62	0.300		606	127.6		379	80.12		253	53.643
10.16	0.400		678	142.59		434	89.554		283	59.955
12.70	0.500		721	151.54		451	96.21		301	63.74

Observaciones:

Realizado

INGMON S.A.C.
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS CONCRET

Responsable

Cargo: RESPONSABLE DE ENLACE DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Mónica Villanueva Flores

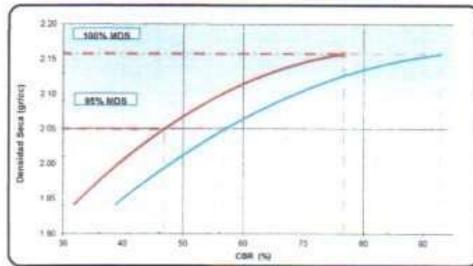
Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1553, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida aniónica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos - Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	Subserviente
MUESTRA :	Organosilano 1.00 Kg/m ³	N.F. :	N.P.
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	29/09/2016
		HECHO POR :	EMC

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO

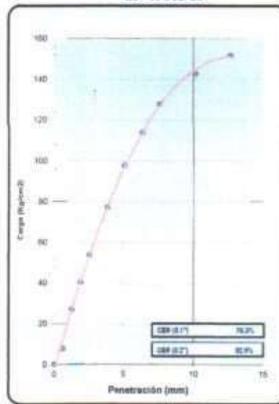
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) :	2.157
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	9.2
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³) :	2.049

PORCENTAJE DEL CBR

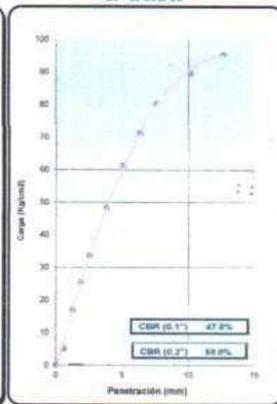
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	78.1	0.2"	83.9
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	40.9	0.2"	50.9

OBSERV.:

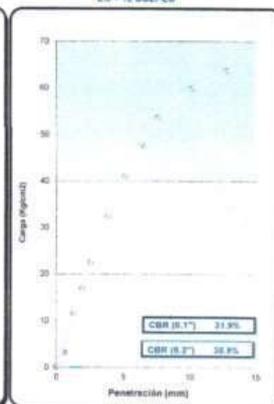
EC = 55 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Realizado :

INGMON SAC
[Signature]
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

[Signature]
Cargo : RESPONSABLE DE ENLACES DE LABORATORIO
Nombre : SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

Jr. Chimucapa N°367-Urb. Los Rosales -Santiago de Surco
consultoria@ingmon.com.pe - telef 945037147

**A.1.1.2.4. MATERIAL PROPIO DE LA SUBRASANTE CON
ESTABILIZADOR QUIMICO SULFONATADO**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos



INFORME N° S16-750-4

(SEGUNDO ORIGINAL)

SOLICITANTE : ING. SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES
 PROYECTO : TESIS DE MAESTRIA
 UBICACIÓN : ANCASH
 FECHA : 12 DE OCTUBRE DEL 2016

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Muestra : Derivado Sulfatado

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D1883 (C)

a).- Ensayo Preliminar de Compactación

Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557 (C)

Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 2.157
 Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.2

b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (g/cm ³)	2.157	2.056	1.911
Contenido de Humedad	9.2	9.2	9.2

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

MOLDE N°	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb/pulg ²)	Presión Patrón (Lb/pulg ²)	C.B.R. (%)
I	0.1	460	1000	46.0
II	0.1	357	1000	35.7
III	0.1	226	1000	22.6

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 46.0 %
 C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 35.1 %

d).- Expansión(%) : NP

Nota: La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

Ejecutado por : Téc. R. Caldas N.
 Revisado por : Ing. D. Basurto R.



Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS
Jefa (e) del Laboratorio N°2 UNI - FIC

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-0070 Anexo: 4009
 e-mail: lms_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos



INFORME N° S16-750-4

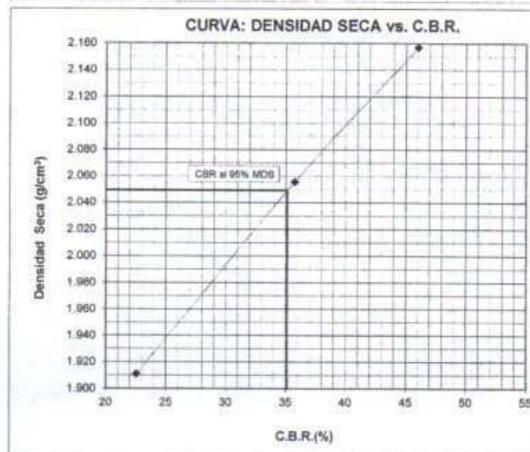
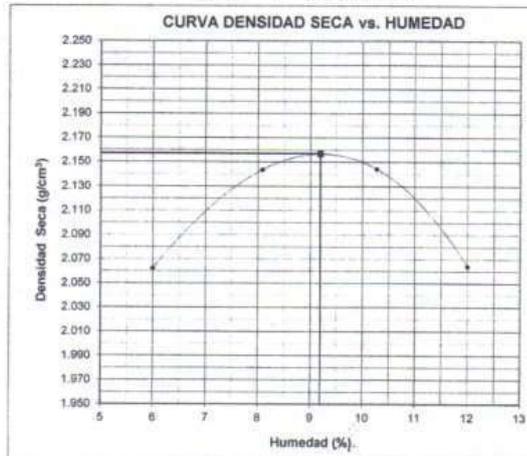
(SEGUNDO ORIGINAL)

SOLICITANTE : ING. SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES
PROYECTO : TESIS DE MAESTRIA
UBICACIÓN : ANCASH
FECHA : 12 DE OCTUBRE DEL 2018

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883 (C)

Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 2.157
Óptimo Contenido de Humedad (%) : 9.2
CBR al 100% de la MDS (%) : 48.0
CBR al 95% de la MDS (%) : 35.1

Muestra : Derivado Sulfatado



Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo: 4019
e-mail: lms_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

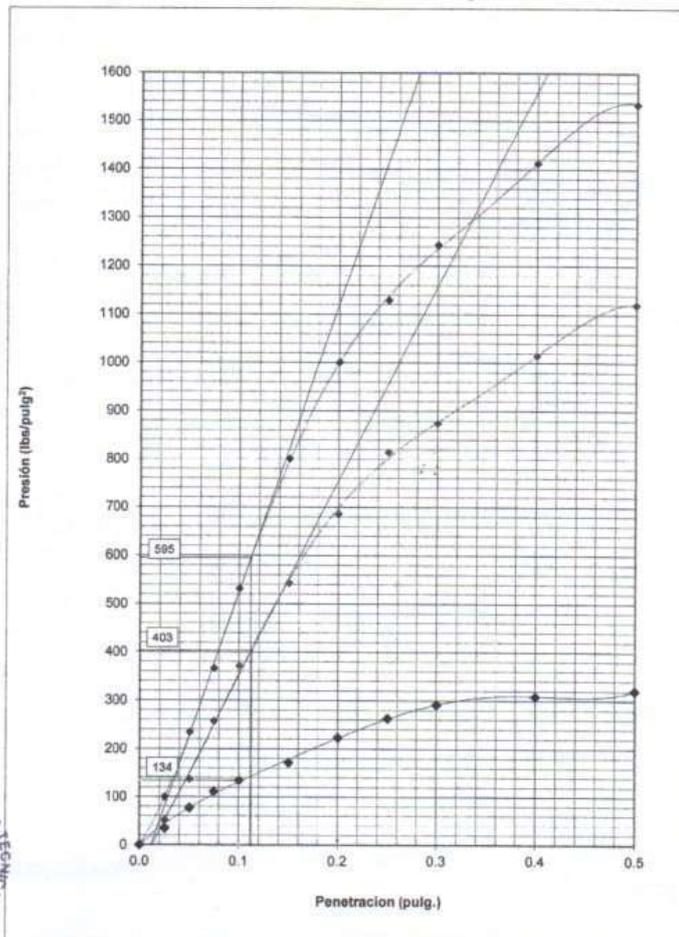


INFORME N° S16-750-5
(SEGUNDO ORIGINAL)

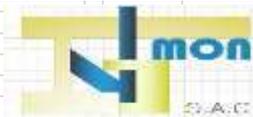
SOLICITANTE : ING. SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES
PROYECTO : TESIS DE MAESTRIA
UBICACIÓN : ANCASH
FECHA : 12 DE OCTUBRE DEL 2016

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883 (C)

Muestra : Derivado Organosilano



Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Apartado 1301 - Perú
Teléfono: (511) 381-3842, Central Telefónica: 481-1070 Anexo: 4019
e-mail: lms_fic@uni.edu.pe, lms.servicios@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos - Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	Subrasante
MUESTRA :	Sulfonato 0.15 Kg/m3	N.F :	N.P
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	15/09/2016
		HECHO POR :	EMC

COMPACTACIÓN

Molde N°	12	05	07			
Capas N°	5	5	5			
Golpes por capa N°	56	25	12			
Condición de la muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8931.0		9150.0		8659.0	
Peso de molde + base (g)	4152.0		4585.0		4196.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4779.0		4565.0		4463.0	
Volumen del molde (cm ³)	2032.0		2032.0		2101.0	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.352		2.247		2.124	
Tara (N°)	Tc-05		Tc-07		Tc-04	
Peso suelo húmedo + tara (g)	531.00		412.00		423.00	
Peso suelo seco + tara (g)	492.50		382.58		392.00	
Peso de tara (g)	67.34		76.30		66.20	
Peso de agua (g)	38.50		29.42		31.00	
Peso de suelo seco (g)	425.16		306.28		325.80	
Contenido de humedad (%)	9.06		9.61		9.52	
Contenido de humedad (%)	9.06		9.61		9.52	
Densidad seca (g/cm ³)	2.157		2.050		1.940	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

MATERIAL NO EXPANSIVO

PENETRACIÓN

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 12				MOLDE N° 5				MOLDE N° 7			
mm	plg		CARGA Dial (div)	kg/cm2	CORRECCION kg/cm2	%	CARGA Dial (div)	kg/cm2	CORRECCION kg/cm2	%	CARGA Dial (div)	kg/cm2	CORRECCION kg/cm2	%
0.00	0.00		0	0		0	0			0	0			
0.64	0.025		24	5.2949		12	2.7533			8	1.9059			
1.27	0.050		63	13.55		37	7.9416			23	5.0831			
1.91	0.075		95	20.316		56	12.069			36	7.8357			
2.54	0.100	70.31	127	27.077	39	75	16.088	23	47	10.164		14		
3.81	0.150		183	38.895		108	23.064			68	14.607			
5.08	0.200	105.46	233	49.432	47	137	29.189	28	86	18.414		17		
6.35	0.250		272	57.641		160	34.044			100	21.373			
7.62	0.300		306	64.791		180	38.263			112	23.909			
10.16	0.400		342	72.354		201	42.69			127	27.077			
12.70	0.500		360	76.133		211	44.798			132	28.133			

Observaciones:

Realizado :

INGMON SAC
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Respons:

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

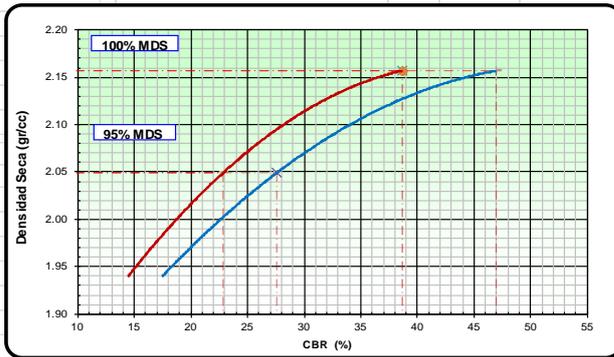


RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliácridamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	Subrasante
MUESTRA :	Sulfonato 0.15 Kg/m ³	N.F :	N.P
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	15/09/2016
		HECHO POR :	EMC

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

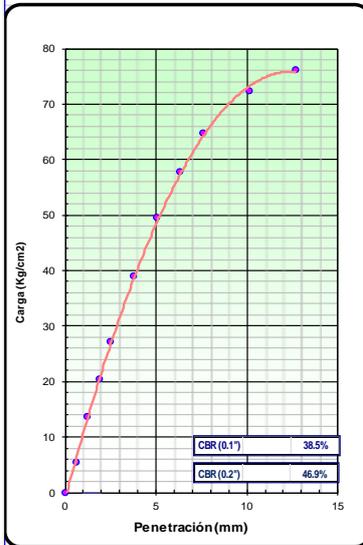
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) :	2.157
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	9.2
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³) :	2.049

PORCENTAJE DEL CBR

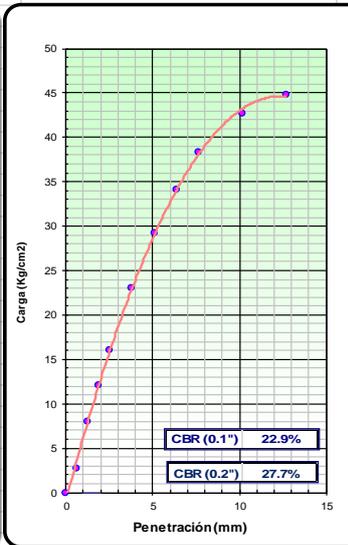
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	38.6	0.2":	46.9
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	22.8	0.2":	27.6

OBSERV.:

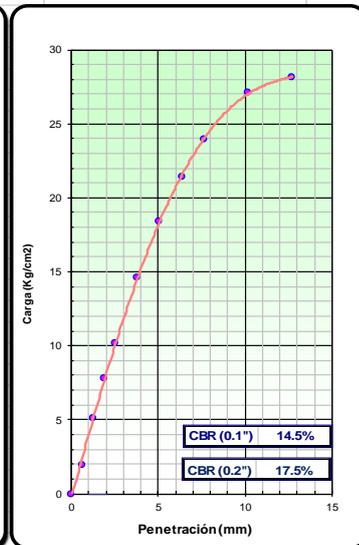
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Realizado :

INGMON S.A.C.
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliácridamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos - Kochayoc, departamento de Ancash"				
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	Subrasante		
MUESTRA :	Sulfonato 0.46 Kg/m ³	N.F :	N.P		
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	15/09/2016		
		HECHO POR :	EMC		

COMPACTACIÓN

Molde N°	12		05		07	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8931.0		9159.0		8659.0	
Peso de molde + base (g)	4152.0		4585.0		4196.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4779.0		4574.0		4463.0	
Volumen del molde (cm ³)	2032.0		2032.0		2101.0	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.352		2.251		2.124	
Tara (N°)	Tc-05		Tc-07		Tc-04	
Peso suelo húmedo + tara (g)	531.00		412.00		423.00	
Peso suelo seco + tara (g)	492.50		382.58		392.00	
Peso de tara (g)	67.34		76.30		66.20	
Peso de agua (g)	38.50		29.42		31.00	
Peso de suelo seco (g)	425.16		306.28		325.80	
Contenido de humedad (%)	9.06		9.61		9.52	
Contenido de humedad (%)	9.06		9.61		9.52	
Densidad seca (g/cm ³)	2.157		2.054		1.940	
	1.000		0.952		0.899	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
MATERIAL NO EXPANSIVO											

PENETRACIÓN

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 12				MOLDE N° 5				MOLDE N° 7			
mm	plg		CARGA Dial (div)	kg/cm2	CORRECCION kg/cm2	%	CARGA Dial (div)	kg/cm2	CORRECCION kg/cm2	%	CARGA Dial (div)	kg/cm2	CORRECCION kg/cm2	%
0.00	0.00		0	0			0	0			0	0		
0.64	0.025		47	10.164			31	6.7771			20	4.4478		
1.27	0.050		127	27.077			82	17.568			42	9.1058		
1.91	0.075		173	36.786			124	26.444			75	16.088		
2.54	0.100	70.31	230	48.8	69		165	35.098	50		106	22.641	32	
3.81	0.150		332	70.254			237	50.274			153	32.566		
5.08	0.200	105.46	424	89.554	85		303	64.16	61		185	39.317	37	
6.35	0.250		495	104.42			354	74.874			229	48.59		
7.62	0.300		557	117.37			398	84.105			256	54.274		
10.16	0.400		621	130.72			444	93.744			286	60.586		
12.70	0.500		655	137.81			468	98.768			302	63.95		

Observaciones:

Realizado :

INGMON S.A.C.
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

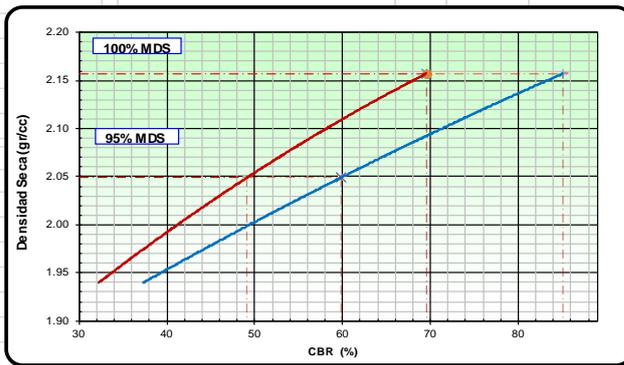


RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	Subrasante
MUESTRA :	Sulfonato 0.46 Kg/m ³	N.F :	N.P
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	15/09/2016
		HECHO POR :	EMC

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

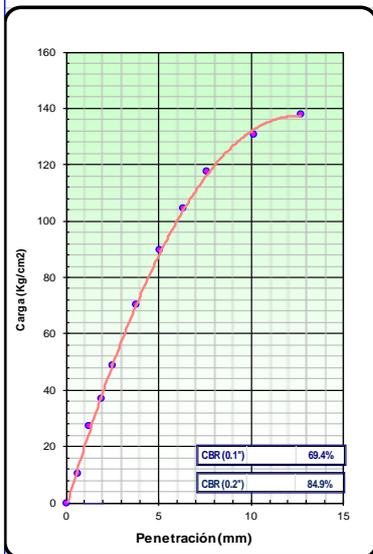
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) :	2.157
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	9.2
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³) :	2.049

PORCENTAJE DEL CBR

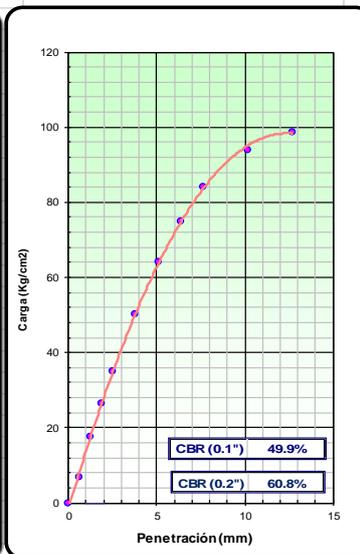
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	69.5	0.2":	85.0
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	49.1	0.2":	59.9

OBSERV.:

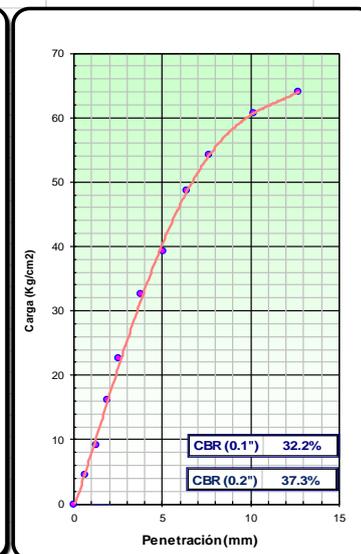
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Realizado
INGMON S.A.C.
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :
CARGO: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

**A.1.1.3. ENSAYO EN MATERIAL DE CANTERA 20+00 CON Y SIN
ESTABILIZADOR QUIMICO**

A.1.1.3.1. CANTERA 20+00 SIN ESTABILIZADOR QUIMICO



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

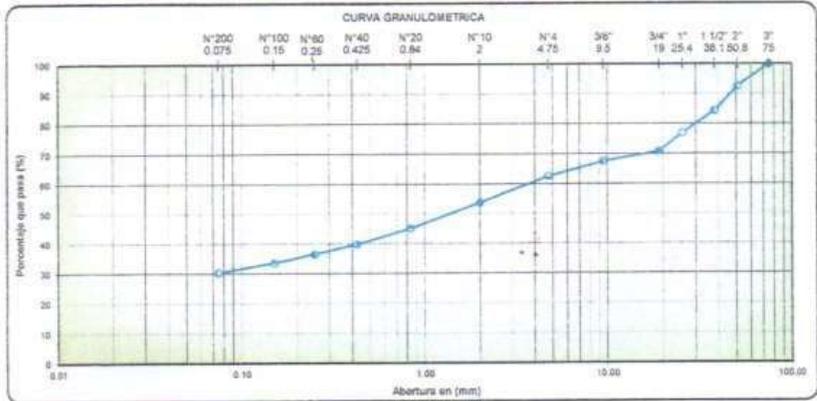
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 432, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO : Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrílamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos - Kochayoc, departamento de Ancash"

MATERIAL : Cantero	UBICACIÓN : 20+000
CALIGATA : C-1	N.F. : N.P.
MUESTRA : M-2	FECHA : 02/05/16
PROF. (m) : -	HECHO POR : E.M.C

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.00	0.0	0.0	0	100.00	Peso Total : 12862 gr
2"	50.80	958.4	7.5	7.5	92.55	Grava : 4807 gr 37.4% (D50 = 3.94 mm)
1 1/2"	38.10	1058.7	8.2	15.7	84.32	Arena : 4147 gr 32.2% (D30 = 0.07 mm)
1"	25.40	845.5	7.4	23.0	76.57	< N° 200 : 3998 gr 30.4% (D10 = 0.02 mm)
3/4"	19.00	786.6	6.1	29.2	70.84	Cu : 198.44 Cl : 8
3/8"	9.50	411.6	3.2	32.4	67.63	LÍMITES DE CONSISTENCIA
N° 4	4.75	644.5	5.0	37.4	62.62	Límite Líquido : 31
N° 10	2.00	1139.8	8.9	46.2	53.78	Límite Plástico : 17
N° 20	0.84	1107.6	8.6	54.8	45.15	Índice Plástico : 14
N° 40	0.43	898.7	7.0	60.1	39.90	CLASIFICACIÓN DEL SUELO
N° 60	0.25	433.4	3.4	63.5	36.49	A.A.S.H.T.O : A-2-4(1)
N° 100	0.15	374.6	2.9	66.4	33.58	S.U.C.S. : GC
N° 200	0.08	416.8	3.2	69.6	30.38	Grava arcillosa con arena
< N° 200	0.00	3907.7	30.4	100.0	0.00	



Observaciones:

Realizado : **INGMON S.A.C.**
[Signature]
EDWIN CÉSAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Responsable : *[Signature]*
Cargo : INGENIERO RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre : SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

LÍMITES DE CONSISTENCIA

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonatado en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
MATERIAL :	Cantera	UBICACIÓN :	20+000
CALICATA :	C-1	N.F. :	N.P
MUESTRA :	M-2	FECHA :	03/05/16
PROF. (m) :	-	HECHO POR :	E.M.C

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

Nº TARA		2-A	11-A	12-A
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	37.23	36.98	38.21
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	31.80	31.42	32.04
PESO DE AGUA	(gr.)	5.43	5.56	6.17
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.86	13.62	13.02
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	17.94	17.80	19.02
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	30.27	31.24	32.44
NUMERO DE GOLPES		28	24	18

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

Nº TARA		1-A	5-B	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	21.56	29.23	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	20.47	28.12	
PESO DE LA TARA	(gr.)	13.74	22.10	
PESO DEL AGUA	(gr.)	1.09	1.11	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	6.73	6.02	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	16.20	18.44	17



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	31
LIMITE PLASTICO (%)	17
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	14

Observaciones:

Realizado

INGMON S.A.C.

EDWIN CÉSAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO : Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"

MATERIAL	: Cantera	UBICACIÓN	: 20+000
CALICATA	: C-1	N.F.	: N.P
MUESTRA	: M-2	FECHA	: 02/05/16
PROF. (m)	: -	HECHO POR	: E.M.C

Nº TARA		-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	gr.	9548
PESO TARA + SUELO SECO	gr.	9100
PESO DE AGUA	gr.	448
PESO DE LA TARA	gr.	0
PESO DEL SUELO SECO	gr.	9100
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	4.92

OBSERVACIONES

.....
.....
.....
.....

Realizado

INGMON S.A.C.

EDWIN CÉSAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	20+000
MUESTRA :	M-1	N.F :	N.P
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	23/05/2016
		HECHO POR :	EMC

COMPACTACIÓN

	08		45		12	
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Condición de la muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8645.0		8293.0		8071.0	
Peso de molde + base (g)	4292.0		4152.0		4152.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4353.0		4141.0		3919.0	
Volumen del molde (cm ³)	2032.0		2032.0		2032.0	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.142		2.038		1.929	
Tara (Nº)	Tc-15		Tc-03		Tc-11	
Peso suelo húmedo + tara (g)	542.00		462.00		472.00	
Peso suelo seco + tara (g)	488.56		416.98		425.98	
Peso de tara (g)	65.90		63.45		63.40	
Peso de agua (g)	53.44		45.02		46.02	
Peso de suelo seco (g)	422.66		353.53		362.58	
Contenido de humedad (%)	12.64		12.73		12.69	
Contenido de humedad (%)	12.64		12.73		12.69	
Densidad seca (g/cm ³)	1.902		1.808		1.711	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
07-abr-15	16:30	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
08-abr-15	16:30	24	35	0.4	0.3	52	0.5	0.4	85	0.9	0.7
09-abr-15	16:30	48	41	0.4	0.4	75	0.8	0.6	135	1.4	1.2
10-abr-15	16:30	72	49	0.5	0.4	99	1.0	0.9	175	1.8	1.5
11-abr-15	16:30	96	0	0.0	0.0	110	1.1	0.9	192	1.9	1.7

PENETRACIÓN

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE Nº 8				MOLDE Nº 45				MOLDE Nº 12			
mm	plg		CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION		
			Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.00	0.00		0	0			0	0			0	0		
0.64	0.025		20	4.4478			10	2.3296			7	1.6941		
1.27	0.050		40	8.6825			22	4.8714			15	3.3888		
1.91	0.075		62	13.423			35	7.624			24	5.2949		
2.54	0.100	70.31	83	17.822		25	47	10.164		14	32	6.9889		10
3.81	0.150		121	25.81			69	14.819			47	10.164		
5.08	0.200	105.46	156	33.199		31	89	19.048		18	61	13.126		12
6.35	0.250		184	39.106			104	22.218			71	15.242		
7.62	0.300		216	45.851			122	26.021			84	17.991		
10.16	0.400		248	52.59			140	29.822			93	19.894		
12.70	0.500		264	55.958			150	31.933			103	22.007		

Observaciones:

Realizado
INGMON S.A.C.
EDWIN CÉSAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Respons:
Silvia Monica Villanueva Flores
Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

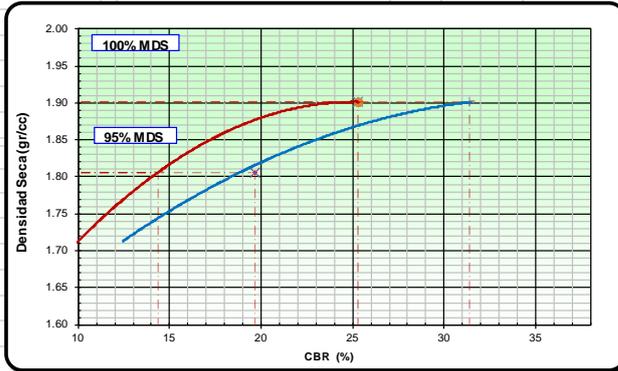


RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	20+000
MUESTRA :	M-1	NF :	N/P
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	23/05/2016
		HECHO POR :	EMC

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

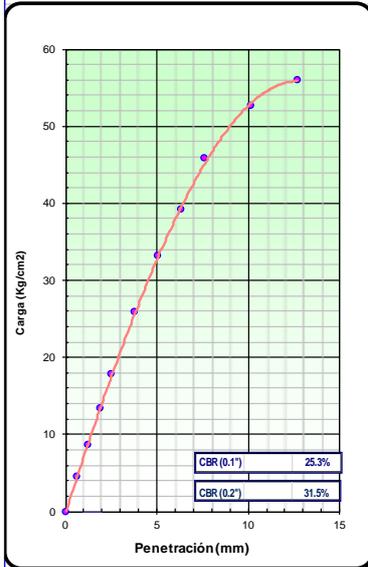
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) :	1.901
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	12.6
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³) :	1.806

PORCENTAJE DEL CBR

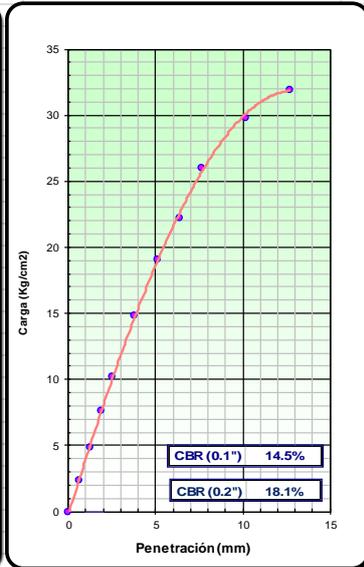
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 25.3	0.2": 31.4
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 14	0.2": 19.7

OBSERV.:

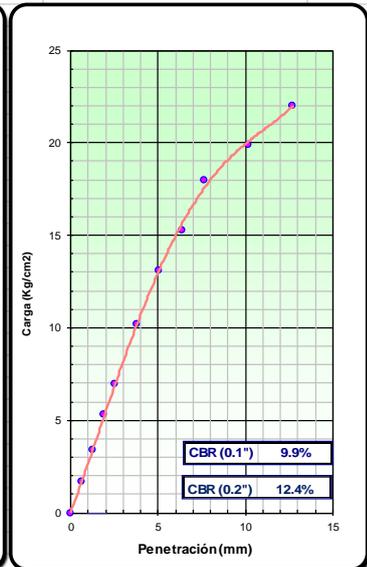
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Realizado

INGMON SAC

 EDWIN CÉSAR MELGAR CARDENAS
 TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
 Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

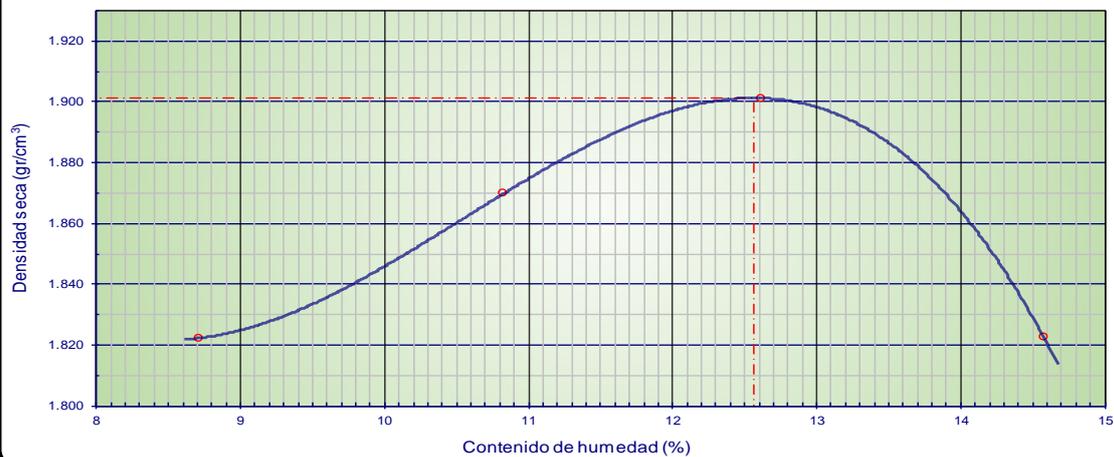
PROCTOR MODIFICADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DEL ENSAYO

PROYECTO :	Tesis de investigación "Propuesta de Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato"			
MATERIAL :	CANTERA	UBICACIÓN :	20+000	
CALICATA :	-	N.F. :		
MUESTRA :	M-1	FECHA :	05/04/2016	MÉTODO :
PROF. (m) :	--	HECHO POR :	E.M.C	C

Ensayo N°		1	2	3	4	
Número de Capas		5	5	5	5	
Golpes de Pisón por Capa		56	56	56	56	
Peso suelo húmedo + molde	gr.	8775	8967	9112	9001	
Peso molde + base	gr.	4605	4605	4605	4605	
Peso suelo húmedo compactado	gr.	4170	4362	4507	4396	
Volumen del molde	cm ³	2105	2105	2105	2105	
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	1.981	2.072	2.141	2.088	
Recipiente N°		7	8	6	9	
Peso del suelo húmedo+tara	gr.	463.2	389.0	856.0	745.0	
Peso del suelo seco + tara	gr.	426.1	351.0	760.1	650.2	
Peso de Tara	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	
Peso de agua	gr.	37.1	38.0	95.9	94.8	
Peso del suelo seco	gr.	426.1	351.0	760.1	650.2	
Contenido de agua	%	8.7	10.8	12.6	14.6	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.822	1.870	1.901	1.823	
					Densidad máxima (gr/cm ³)	1.901
					Humedad óptima (%)	12.6

RELACIÓN HUMEDAD-DENSIDAD



Observaciones:

Realizado :

INGMON SAC
EDWIN CÉSAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

**A.1.1.3.2 CANTERA 20+00 CON ESTABILIZADOR QUIMICO
POLIACRILAMIDA ANIONICA**



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliácridamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"					
CANTERA	C-1			UBICACIÓN	20+000	
MUESTRA	Poliácridamida anionica 0.10 Kg/m ³			N.F	N.P	
PROF. (m)	1.50			FECHA	22/05/2016	
				HECHO POR	EMC	

COMPACTACIÓN

Molde N°	09		07		10	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8422.0		8331.0		8210.0	
Peso de molde + base (g)	4061.0		4196.0		4152.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4361.0		4135.0		4058.0	
Volumen del molde (cm ³)	2032.0		2032.0		2101.0	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.146		2.035		1.931	
Tara (N°)	Tc-09		Tc-12		Tc-34	
Peso suelo húmedo + tara (g)	389.52		456.00		463.12	
Peso suelo seco + tara (g)	356.23		417.23		422.01	
Peso de tara (g)	67.34		76.30		66.20	
Peso de agua (g)	33.29		38.77		41.11	
Peso de suelo seco (g)	288.89		340.93		355.81	
Contenido de humedad (%)	11.52		11.37		11.55	
Contenido de humedad (%)	11.52		11.37		11.55	
Densidad seca (g/cm ³)	1.924		1.827		1.731	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
07-abr-15	16:30	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
08-abr-15	16:30	24	31	0.3	0.3	44	0.4	0.4	68	0.7	0.6
09-abr-15	16:30	48	39	0.4	0.3	56	0.6	0.5	82	0.8	0.7
10-abr-15	16:30	72	46	0.5	0.4	66	0.7	0.6	110	1.1	0.9
11-abr-15	16:30	96	0	0.0	0.0	71	0.7	0.6	124	1.2	1.1

PENETRACIÓN

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 9				MOLDE N° 7				MOLDE N° 10			
mm	plg		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.00	0.00		0	0			0	0			0	0		
0.64	0.025		21	4.6172			13	2.9651			8	1.9059		
1.27	0.050		54	11.73			34	7.4123			23	5.0831		
1.91	0.075		88	18.837			55	11.857			36	7.8357		
2.54	0.100	70.31	118	25.176		36	74	15.876		23	49	10.587		15
3.81	0.150		163	34.677			102	21.796			68	14.607		
5.08	0.200	105.46	212	45.008		43	133	28.344		27	88	18.837		18
6.35	0.250		240	50.906			150	31.933			100	21.373		
7.62	0.300		269	57.01			168	35.731			112	23.909		
10.16	0.400		305	64.581			191	40.582			127	27.077		
12.70	0.500		332	70.254			208	44.165			132	28.133		

Observaciones:

Realizado

INGMON SAC
EDWIN CÉSAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

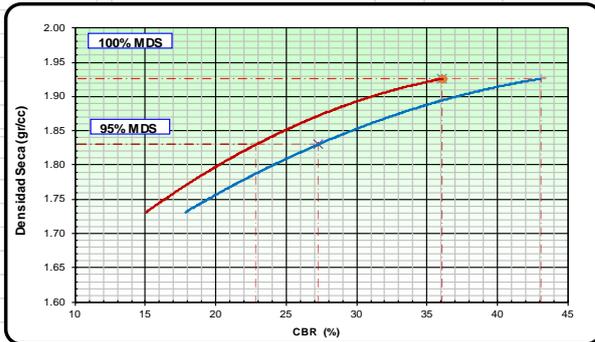
DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO : Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"

CANTERA : C-1
MUESTRA : Poliacrilamida anionica 0.10 Kg/m³
PROF. (m) : 1.50

UBICACIÓN : 20+000
N.F : N.P
FECHA : 22/05/2016
HECHO POR : EMC

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

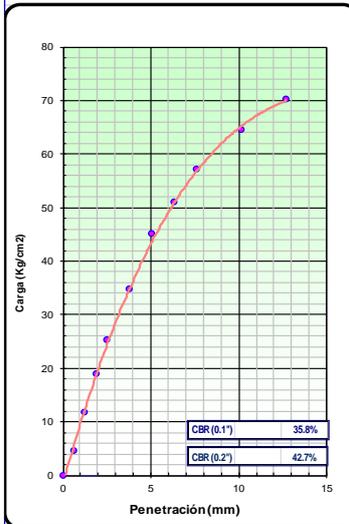
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.926
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 11.5
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm³) : 1.830

PORCENTAJE DEL CBR

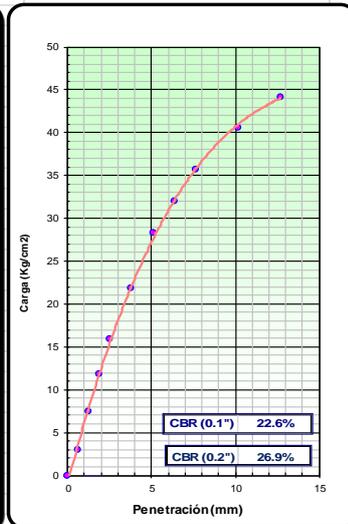
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	36.1	0.2":	43.1
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	22.9	0.2":	27.3

OBSERV.:

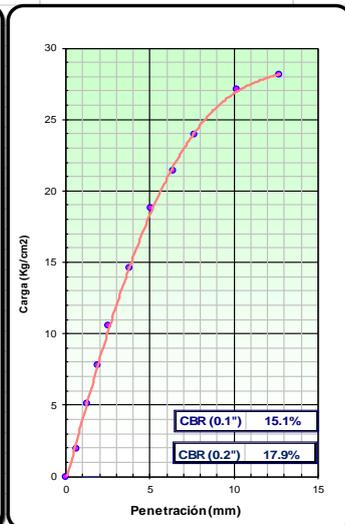
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Realizado

INGMON SAC
EDWIN CÉSAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	20+000
MUESTRA :	Poliacrilamida anionica 0.19 Kg/m ³	N.F :	N.P
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	22/05/2016
		HECHO POR :	EMC

COMPACTACIÓN

Molde N°	10		05		06	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8509.0		8805.0		8565.0	
Peso de molde + base (g)	4152.0		4585.0		4512.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4357.0		4220.0		4053.0	
Volumen del molde (cm ³)	2032.0		2067.6		2095.6	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.144		2.041		1.934	
Tara (N°)	Tc-11		Tc-13		Tc-05	
Peso suelo húmedo + tara (g)	400.23		512.00		473.12	
Peso suelo seco + tara (g)	366.45		466.98		430.90	
Peso de tara (g)	67.34		76.30		66.20	
Peso de agua (g)	33.78		45.02		42.22	
Peso de suelo seco (g)	299.11		390.68		364.70	
Contenido de humedad (%)	11.29		11.52		11.58	
Contenido de humedad (%)	11.29		11.52		11.58	
Densidad seca (g/cm ³)	1.927		1.830		1.733	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
07-abr-15	16:30	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
08-abr-15	16:30	24	24	0.2	0.2	39	0.4	0.3	60	0.6	0.5
09-abr-15	16:30	48	28	0.3	0.2	45	0.5	0.4	72	0.7	0.6
10-abr-15	16:30	72	31	0.3	0.3	51	0.5	0.4	90	0.9	0.8
11-abr-15	16:30	96	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0

PENETRACIÓN

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 10				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
mm	plg		CARGA Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	CARGA Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	CARGA Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.00	0.00		0	0			0	0			0	0		
0.64	0.025		59	12.703			36	7.8357			23	5.0831		
1.27	0.050		115	24.543			70	15.03			44	9.5291		
1.91	0.075		171	36.364			104	22.218			65	13.973		
2.54	0.100	70.31	221	46.905		67	134	28.555		41	84	17.991		26
3.81	0.150		295	62.478			179	38.052			112	23.909		
5.08	0.200	105.46	378	79.91		76	229	48.59		46	143	30.456		29
6.35	0.250		424	89.554			257	54.485			161	34.255		
7.62	0.300		471	99.396			286	60.586			179	38.052		
10.16	0.400		531	111.94			322	68.153			201	42.69		
12.70	0.500		576	121.34			349	73.824			218	46.273		

Observaciones:

Realizado :

INGMON S.A.C.
EDWIN CÉSAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

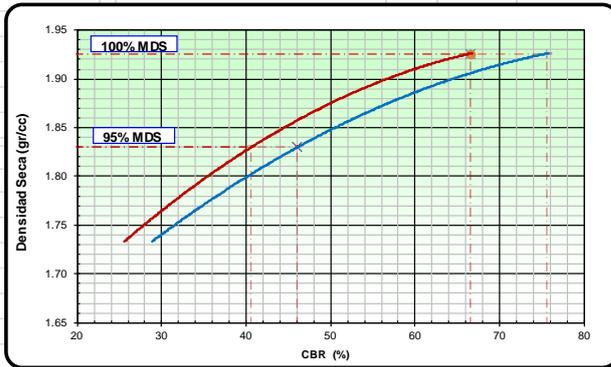


RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	20+000
MUESTRA :	Poliacrilamida anionica 0.19 Kg/m ³	N.F :	N.P
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	22/05/2016
		HECHO POR :	EMC

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:	1.926
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	11.5
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³)	:	1.830

PORCENTAJE DEL CBR

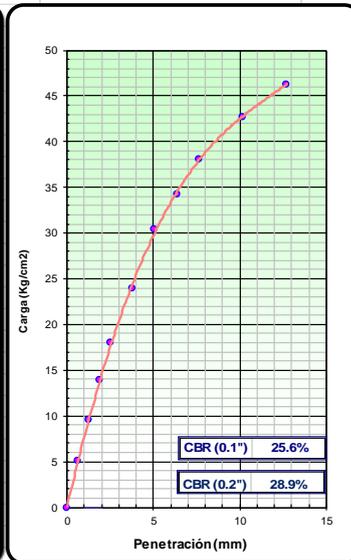
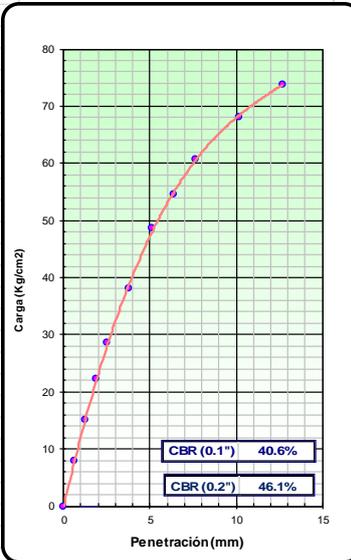
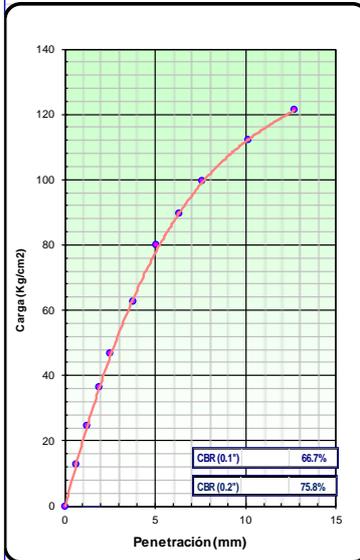
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	66.6	0.2":	75.6
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	40.6	0.2":	46.1

OBSERV.:

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Realizado

EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliácridamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"				
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	20+000		
MUESTRA :	Poliácridamida anionica 0.38 Kg/m ³	N.F :	N.P		
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	22/05/2016		
		HECHO POR :	EMC		

COMPACTACIÓN

Molde Nº	08	11	06			
Capas Nº	5	5	5			
Golpes por capa Nº	56	25	12			
Condición de la muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8741.0	8215.0	8571.0			
Peso de molde + base (g)	4292.0	4152.0	4512.0			
Peso del suelo húmedo (g)	4449.0	4063.0	4059.0			
Volumen del molde (cm ³)	2104.0	2032.0	2095.6			
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.115	2.000	1.937			
Tara (Nº)	Tc-07	Tc-10	Tc-04			
Peso suelo húmedo + tara (g)	400.23	512.00	473.12			
Peso suelo seco + tara (g)	370.45	474.56	432.00			
Peso de tara (g)	67.23	70.56	79.23			
Peso de agua (g)	29.78	37.44	41.12			
Peso de suelo seco (g)	303.22	404.00	352.77			
Contenido de humedad (%)	9.82	9.27	11.66			
Contenido de humedad (%)	9.82		9.27		11.66	
Densidad seca (g/cm ³)	1.925		1.830		1.735	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
07-abr-15	16:30	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
08-abr-15	16:30	24	17	0.2	0.1	43	0.4	0.4	51	0.5	0.4
09-abr-15	16:30	48	19	0.2	0.2	52	0.5	0.4	65	0.7	0.6
10-abr-15	16:30	72	21	0.2	5.0	61	0.6	0.5	73	0.7	0.6
11-abr-15	16:30	96	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0

PENETRACIÓN

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE Nº 8				MOLDE Nº 11				MOLDE Nº 6			
mm	plg		CARGA Dial (div)	CORRECCION kg/cm2	CORRECCION kg/cm2	%	CARGA Dial (div)	CORRECCION kg/cm2	CORRECCION kg/cm2	%	CARGA Dial (div)	CORRECCION kg/cm2	CORRECCION kg/cm2	%
0.00	0.00		0	0		0	0			0	0			
0.64	0.025		72	15.453		48	10.376			32	6.9889			
1.27	0.050		138	29.4		92	19.682			61	13.126			
1.91	0.075		204	43.322		136	28.978			91	19.471			
2.54	0.100	70.31	264	55.958	80	176	37.419	53	117	24.965		36		
3.81	0.150		352	74.454		235	49.853			157	33.41			
5.08	0.200	105.46	450	95	90	300	63.53	60	200	42.479		40		
6.35	0.250		507	106.93		338	71.514			225	47.747			
7.62	0.300		564	118.83		376	79.491			251	53.222			
10.16	0.400		633	133.22		422	89.135			281	59.534			
12.70	0.500		687	144.47		458	96.675			305	64.581			

Observaciones:

Realizado

INGMON S.A.C.
EDWIN CESAR MELGAR CÁRDENAS
TÉC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



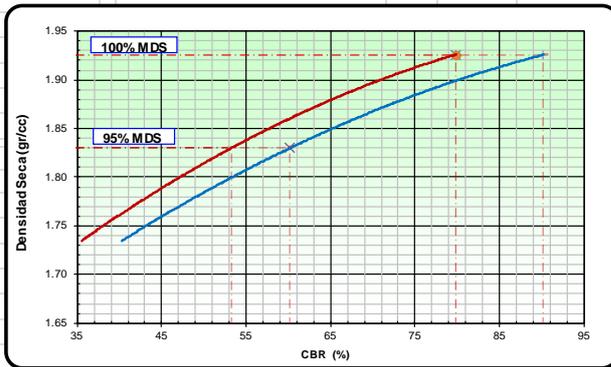
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO : Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Puncos – Kochayoc, departamento de Ancash"

CANTERA : C-1 UBICACIÓN : 20+000
MUESTRA : Poliacrilamida anionica 0.38 Kg/m3 N.F : N.P
PROF. (m) : 1.50 FECHA : 22/05/2016
HECHO POR : EMC

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

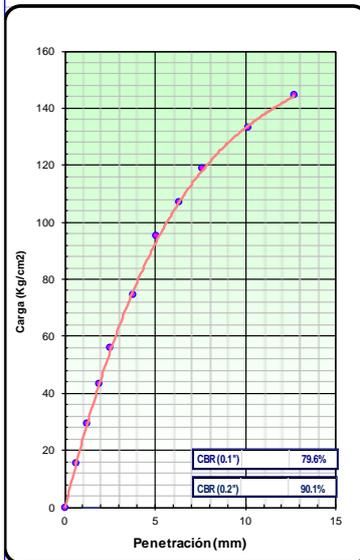
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.926
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 11.5
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm³) : 1.830

PORCENTAJE DEL CBR

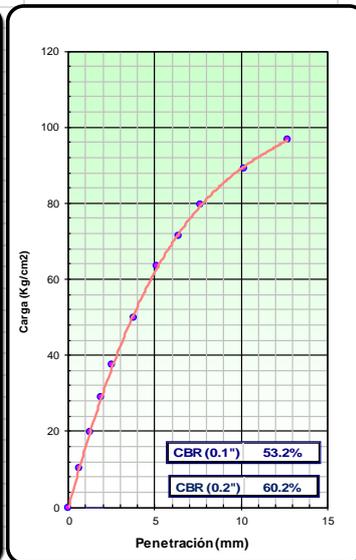
CBR AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	79.8	0.2"	90.2
CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	53.2	0.2"	60.1

OBSERV.:

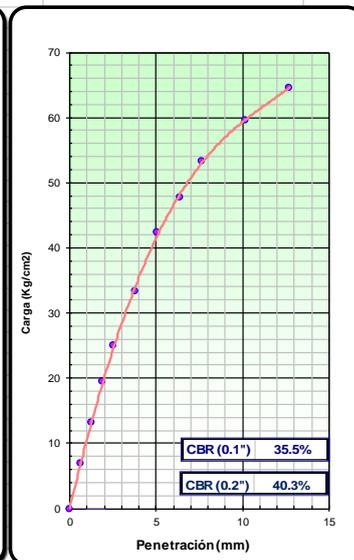
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Realizado : INGMON S.A.C.
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable : *Silvia*
Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

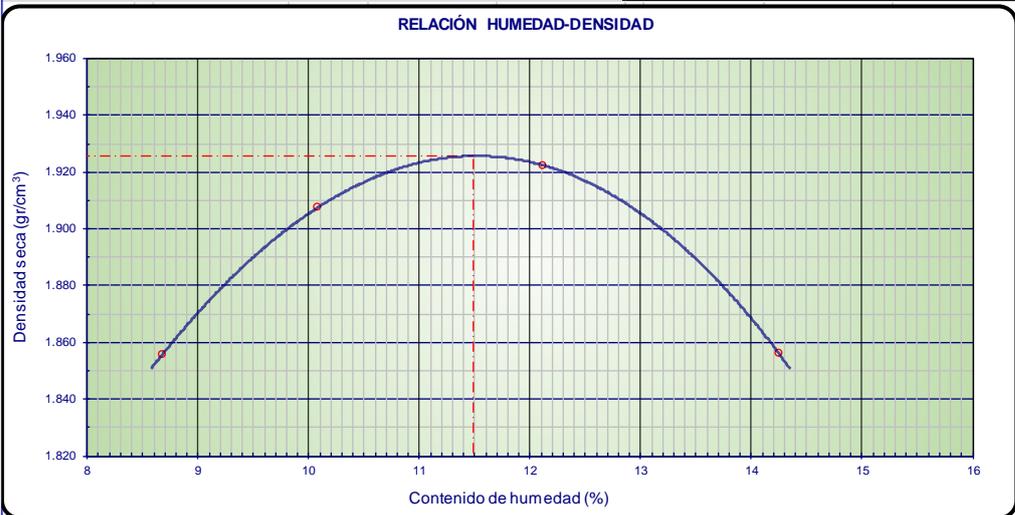
PROCTOR MODIFICADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DEL ENSAYO

PROYECTO :	Tesis de investigación "Propuesta de Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato"			
MATERIAL :	CANTERA	UBICACIÓN :	20+000	
CALICATA :	-	N.F. :		
MUESTRA :	POLIACRILAMIDA ANIONICA	FECHA :	05/05/2016	MÉTODO :
PROF. (m) :	--	HECHO POR :	E.M.C	C

Ensayo Nº		1	2	3	4	
Número de Capas		5	5	5	5	
Golpes de Pisón por Capa		56	56	56	56	
Peso suelo húmedo + molde	gr.	8850	9025	9142	9069	
Peso molde + base	gr.	4605	4605	4605	4605	
Peso suelo húmedo compactado	gr.	4245	4420	4537	4464	
Volumen del molde	cm ³	2105	2105	2105	2105	
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	2.017	2.100	2.155	2.121	
Recipiente Nº		6	8	15	21	
Peso del suelo húmedo+tara	gr.	467.0	330.0	390.0	490.0	
Peso del suelo seco + tara	gr.	429.7	299.8	347.9	428.9	
Peso de Tara	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	
Peso de agua	gr.	37.3	30.2	42.2	61.1	
Peso del suelo seco	gr.	429.7	299.8	347.9	428.9	
Contenido de agua	%	8.7	10.1	12.1	14.2	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.856	1.907	1.922	1.856	
					Densidad máxima (gr/cm ³)	1.926
					Humedad óptima (%)	11.5



Observaciones:

Realizado :
INGMON SAC
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :
Silvia Monica Villanueva Flores
Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

**A. 1. 1. 3. 3. CANTERA 20+00 CON ESTABILIZADOR QUIMICO
ORGANOSILANO**



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	20+000
MUESTRA :	Organosilano 0.50 Kg/m3	N.F :	N.P
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	07/06/2016
		HECHO POR :	EMC

COMPACTACIÓN

Molde Nº	07	08	11			
Capas Nº	5	5	5			
Golpes por capa Nº	56	25	12			
Condición de la muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8828.0		8685.0		8331.0	
Peso de molde + base (g)	4196.0		4292.0		4152.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4632.0		4393.0		4179.0	
Volumen del molde (cm ³)	2102.0		2104.0		2107.0	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.204		2.088		1.983	
Tara (Nº)	Tc-20		Tc-17		Tc-23	
Peso suelo húmedo + tara (g)	456.00		490.00		432.00	
Peso suelo seco + tara (g)	415.99		447.00		393.98	
Peso de tara (g)	65.90		63.45		63.40	
Peso de agua (g)	40.01		43.00		38.02	
Peso de suelo seco (g)	350.09		383.55		330.58	
Contenido de humedad (%)	11.43		11.21		11.50	
Contenido de humedad (%)	11.43		11.21		11.50	
Densidad seca (g/cm ³)	1.978		1.877		1.779	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
07-abr-15	16:30	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
08-abr-15	16:30	24	30	0.3	0.3	48	0.5	0.4	76	0.8	0.7
09-abr-15	16:30	48	39	0.4	0.3	61	0.6	0.5	99	1.0	0.9
10-abr-15	16:30	72	43	0.4	0.4	74	0.7	0.6	121	1.2	1.0
11-abr-15	16:30	96	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0

PENETRACIÓN

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE Nº 7				MOLDE Nº 8				MOLDE Nº 11			
mm	plg		CARGA Dial (div)	kg/cm2	CORRECCION kg/cm2	%	CARGA Dial (div)	kg/cm2	CORRECCION kg/cm2	%	CARGA Dial (div)	kg/cm2	CORRECCION kg/cm2	%
0.00	0.00		0	0			0	0			0	0		
0.64	0.025		35	7.624			21	4.6596			12	2.7533		
1.27	0.050		70	15.03			42	9.1058			25	5.5067		
1.91	0.075		101	21.584			61	13.126			37	8.0474		
2.54	0.100	70.31	119	25.388		36	72	15.453		22	44	9.5291		14
3.81	0.150		163	34.677			99	21.162			60	12.915		
5.08	0.200	105.46	199	42.269		40	121	25.81		24	73	15.665		15
6.35	0.250		221	46.905			134	28.555			81	17.357		
7.62	0.300		249	52.801			151	32.144			92	19.682		
10.16	0.400		275	58.272			167	35.52			101	21.584		
12.70	0.500		286	60.586			172	36.575			104	22.218		

Observaciones:

Realizado :

INGMON SAC
SUNNY DELSAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



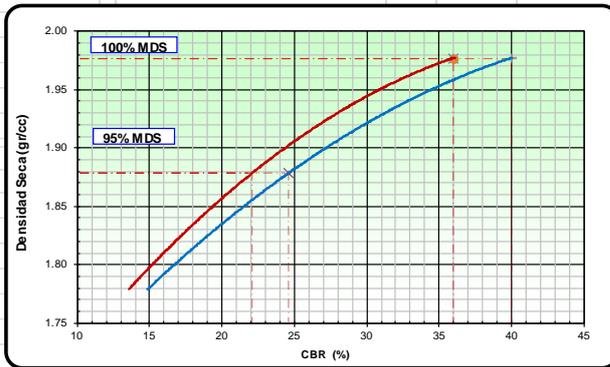
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO : Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Puncos – Kochayoc, departamento de Ancash"

CANTERA	: C-1	UBICACIÓN	: 20+000
MUESTRA	: Organosilano 0.50 Kg/m ³	N.F	: N.P
PROF. (m)	: 1.50	FECHA	: 07/06/2016
		HECHO POR	: EMC

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:	1.977
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	11.1
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³)	:	1.878

PORCENTAJE DEL CBR

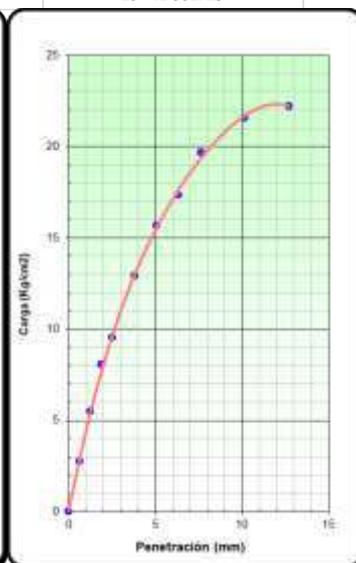
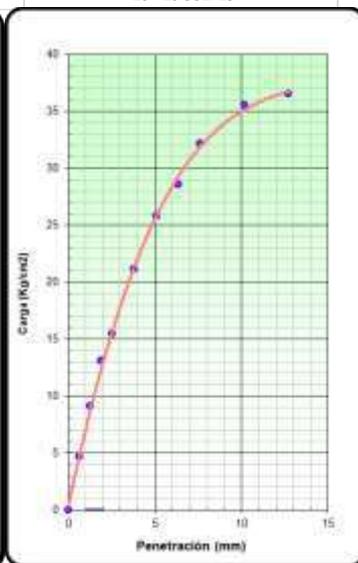
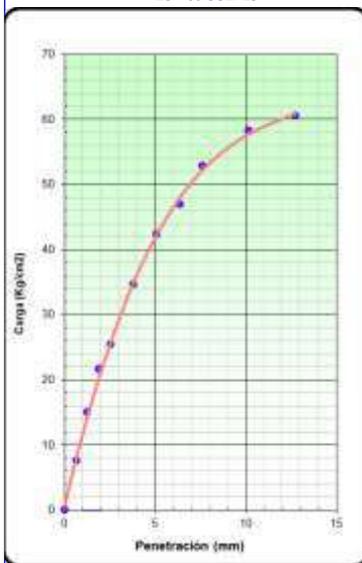
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	36.0	0.2":	40.0
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	22.1	0.2":	24.6

OBSERV.:

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Realizado
INGMON S.A.C.
EDWIN CESAR MELGAR CARGENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :
CARGO: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	20+000
MUESTRA :	Organosilano 0.75 Kg/m ³	N.F :	N.P
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	07/06/2016
		HECHO POR :	EMC

COMPACTACIÓN

	09	02	01
Molde N°			
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Condición de la muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8525.0	9559.0	9364.0
Peso de molde + base (g)	4061.0	5375.0	5221.0
Peso del suelo húmedo (g)	4464.0	4184.0	4143.0
Volumen del molde (cm ³)	2032.0	2005.2	2091.0
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.197	2.087	1.981
Tara (N°)	Tc-16	Tc-05	Tc-23
Peso suelo húmedo + tara (g)	471.78	422.64	467.23
Peso suelo seco + tara (g)	431.05	386.90	430.10
Peso de tara (g)	65.90	63.45	103.34
Peso de agua (g)	40.73	35.74	37.13
Peso de suelo seco (g)	365.15	323.45	326.76
Contenido de humedad (%)	11.15	11.05	11.36
Contenido de humedad (%)	11.15	11.05	11.36
Densidad seca (g/cm ³)	1.976	1.879	1.779

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
07-abr-15	16:30	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
08-abr-15	16:30	24	25	0.3	0.2	41	0.4	0.4	67	0.7	0.6
09-abr-15	16:30	48	28	0.3	0.2	56	0.6	0.5	76	0.8	0.7
10-abr-15	16:30	72	0	0.0	0.0	69	0.7	0.6	93	0.9	0.8
11-abr-15	16:30	96	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0

PENETRACIÓN

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 9				MOLDE N° 2				MOLDE N° 1			
mm	plg		CARGA Dial (div)	CORRECCION kg/cm ²	CORRECCION kg/cm ²	%	CARGA Dial (div)	CORRECCION kg/cm ²	CORRECCION kg/cm ²	%	CARGA Dial (div)	CORRECCION kg/cm ²	CORRECCION kg/cm ²	%
0.00	0.00		0	0		0	0			0	0			
0.64	0.025		54	11.645		33	7.2006			18	4.0242			
1.27	0.050		107	22.852		67	14.396			41	8.8941			
1.91	0.075		158	33.622		99	21.162			61	13.126			
2.54	0.100	70.31	207	43.955	63	138	29.4	42	85	18.202	26			
3.81	0.150		282	59.745		188	39.95			116	24.754			
5.08	0.200	105.46	350	74.034	70	231	49.011	46	142	30.244	29			
6.35	0.250		418	88.297		261	55.327			161	34.255			
7.62	0.300		478	100.86		298	63.109			185	39.317			
10.16	0.400		532	112.15		332	70.254			206	43.744			
12.70	0.500		594	125.09		371	78.441			229	48.59			

Observaciones:

Realizado :



Responsable :

Silvia

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

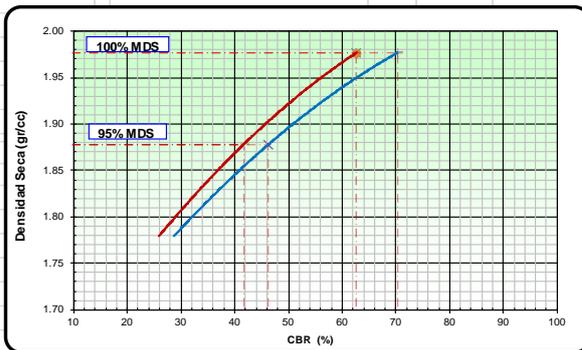


RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Puncos - Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA	C-1	UBICACIÓN	20+000
MUESTRA	Organosilano 0.75 Kg/m ³	N.F	N.P
PROF. (m)	1.50	FECHA	07/06/2016
		HECHO POR	EMC

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

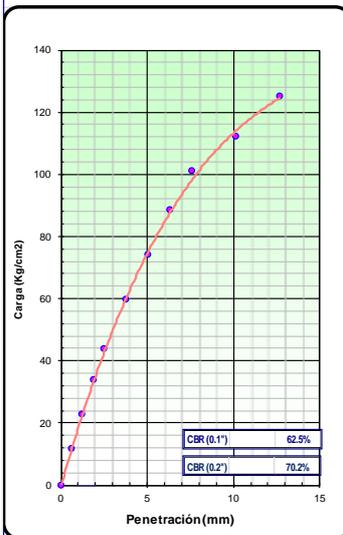
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 1.977
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 11.1
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³)	: 1.878

PORCENTAJE DEL CBR

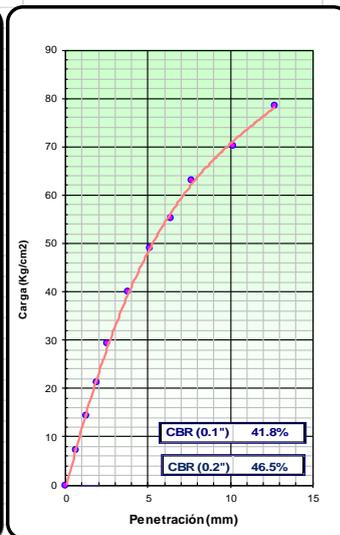
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 62.7	0.2": 70.3
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 41.7	0.2": 46.3

OBSERV.:

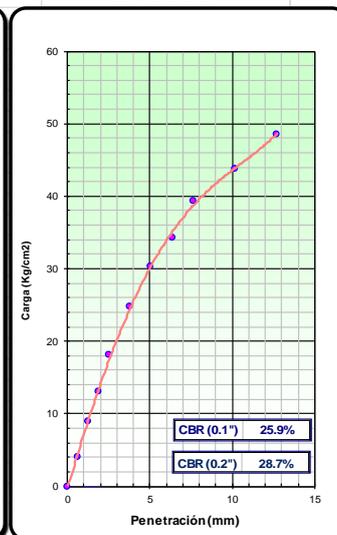
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Realizado :

INGMON S.A.C.
"SOPIN DE CAR MELLGAR CARBONER"
TEC DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliácridamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Ponce - Kochayoc, departamento de Ancash"				
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	20+000		
MUESTRA :	Organosilano 1.00 Kg/m ³	N.F :	N.P		
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	07/06/2016		
		HECHO POR :	EMC		

COMPACTACIÓN

	04	06	01
Molde N°			
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Condición de la muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9150.0	8900.0	9366.0
Peso de molde + base (g)	4604.0	4512.0	5221.0
Peso del suelo húmedo (g)	4546.0	4388.0	4145.0
Volumen del molde (cm ³)	2068.3	2095.6	2091.0
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.198	2.094	1.982
Tara (N°)	Tc-05	Tc-09	Tc-15
Peso suelo húmedo + tara (g)	446.78	408.64	456.23
Peso suelo seco + tara (g)	408.67	372.78	417.98
Peso de tara (g)	63.12	59.45	80.89
Peso de agua (g)	38.11	35.86	38.25
Peso de suelo seco (g)	345.55	313.33	337.09
Contenido de humedad (%)	11.03	11.44	11.35
Contenido de humedad (%)	11.03	11.44	11.35
Densidad seca (g/cm ³)	1.980	1.879	1.780

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
07-abr-15	16:30	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
08-abr-15	16:30	24	18	0.2	0.2	43	0.4	0.4	57	0.6	0.5
09-abr-15	16:30	48	20	0.2	0.2	48	0.5	0.4	65	0.7	0.6
10-abr-15	16:30	72	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	71	0.7	0.6
11-abr-15	16:30	96	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0

PENETRACIÓN

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4			MOLDE N° 6			MOLDE N° 1		
mm	plg		CARGA Dial (div)	CORRECCION kg/cm2	%	CARGA Dial (div)	CORRECCION kg/cm2	%	CARGA Dial (div)	CORRECCION kg/cm2	%
0.00	0.00		0	0		0	0		0	0	
0.64	0.025		50	10.799		35	7.624		24	5.2949	
1.27	0.050		115	24.543		79	16.934		55	11.857	
1.91	0.075		176	37.419		122	26.021		84	17.991	
2.54	0.100	70.31	249	52.801	75	172	36.575	52	118	25.176	36
3.81	0.150		351	74.244		242	51.327		167	35.52	
5.08	0.200	105.46	442	93.325	88	285	60.376	57	201	42.69	40
6.35	0.250		490	103.37		338	71.514		233	49.432	
7.62	0.300		563	118.54		388	82.008		267	56.589	
10.16	0.400		629	132.39		434	91.649		310	65.632	
12.70	0.500		701	147.38		484	102.12		335	70.884	

Observaciones:

Realizado :

INGMON S.A.C.
SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

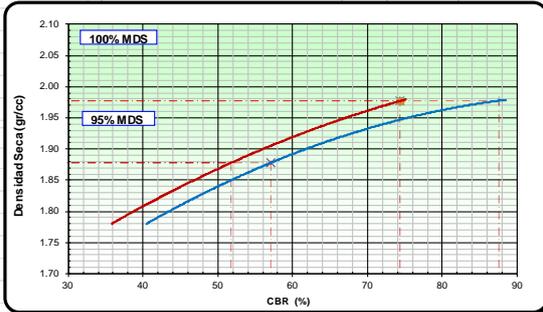


RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NORMAS TÉCNICAS: MTCE 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	20+000
MUESTRA :	Organosilano 1.00 Kg/m ³	N.F :	N.P
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	07/06/2016
		HECHO POR :	EMC

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

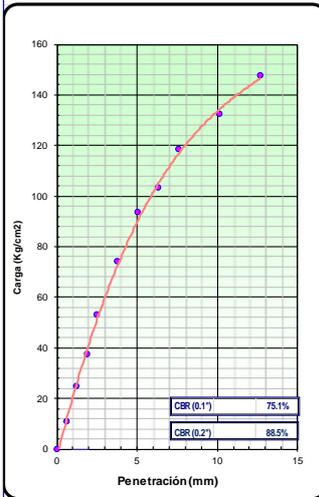
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:	1.977
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	11.1
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³)	:	1.878

PORCENTAJE DEL CBR

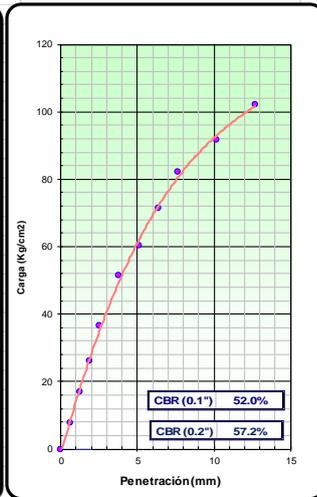
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	74.3	0.2":	87.5
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	51.8	0.2":	57.1

OBSERV.:

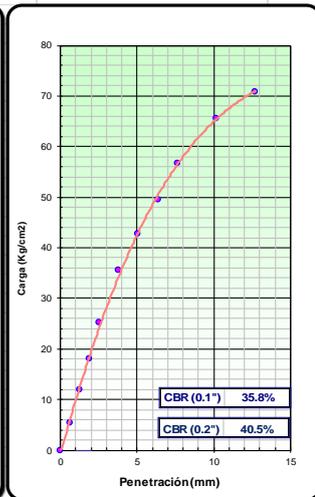
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Realizado :

INCOMON S.A.C.
INGENIERO CÉSAR MELGAR CARRERA
ING. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

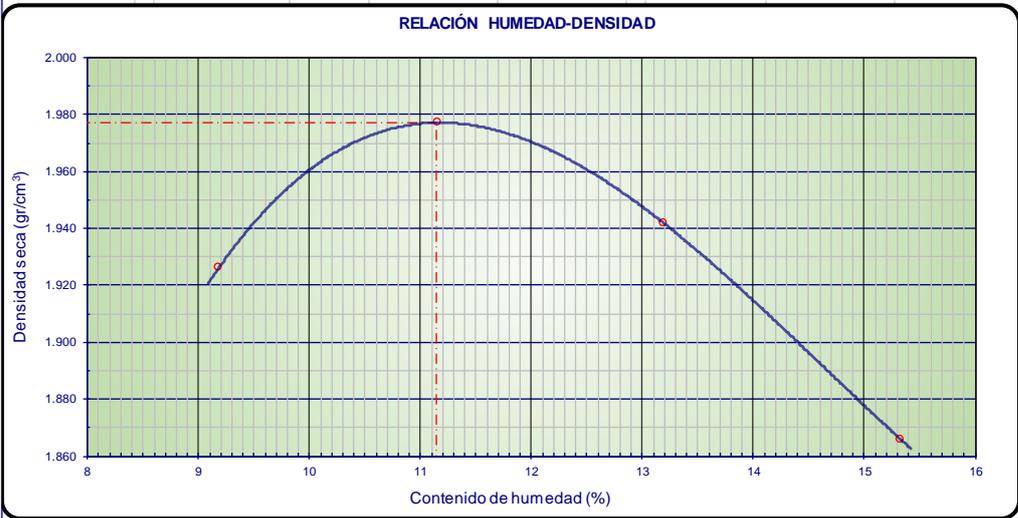
Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

PROCTOR MODIFICADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DEL ENSAYO

PROYECTO :	Tesis de investigación "Propuesta de Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato"			
MATERIAL :	CANTERA	UBICACIÓN :	20+000	
CALICATA :	-	N.F. :		
MUESTRA :	-	FECHA :	05/08/2015	MÉTODO :
PROF. (m) :	--	HECHO POR :	E.M.C	C

Ensayo Nº		1	2	3	4	
Número de Capas		5	5	5	5	
Golpes de Pisón por Capa		56	56	56	56	
Peso suelo húmedo + molde	gr.	9032	9231	9232	9135	
Peso molde + base	gr.	4605	4605	4605	4605	
Peso suelo húmedo compactado	gr.	4427	4626	4627	4530	
Volumen del molde	cm ³	2105	2105	2105	2105	
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	2.103	2.198	2.198	2.152	
Recipiente Nº		6	8	15	21	
Peso del suelo húmedo+tara	gr.	467.0	330.0	390.0	490.0	
Peso del suelo seco + tara	gr.	427.7	296.9	344.6	424.9	
Peso de Tara	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	
Peso de agua	gr.	39.3	33.1	45.4	65.1	
Peso del suelo seco	gr.	427.7	296.9	344.6	424.9	
Contenido de agua	%	9.2	11.2	13.2	15.3	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.926	1.977	1.942	1.866	
				Densidad máxima (gr/cm ³)		1.977
				Humedad óptima (%)		11.1



Observaciones:

Realizado :



Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

**A.1.3.4 CANTERA 20+00 CON ESTABILIZADOR QUIMICO
SULFONATADO**



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E-132, ASTM D1883, AASHTO T193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliácridamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	20+000
MUESTRA :	Sulfonato 0.15 Kg/m ³	N.F :	N.P
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	23/05/2016
		HECHO POR :	EMC

COMPACTACIÓN

Molde N°	09	04	06
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Condición de la muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8399.0	8787.0	8545.0
Peso de molde + base (g)	4061.0	4604.0	4512.0
Peso del suelo húmedo (g)	4338.0	4183.0	4033.0
Volumen del molde (cm ³)	2032.0	2068.3	2095.6
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.135	2.022	1.925
Tara (N°)	Tc-20	Tc-17	Tc-23
Peso suelo húmedo + tara (g)	456.00	490.00	432.00
Peso suelo seco + tara (g)	416.00	447.00	393.98
Peso de tara (g)	65.90	63.45	63.40
Peso de agua (g)	40.00	43.00	38.02
Peso de suelo seco (g)	350.10	383.55	330.58
Contenido de humedad (%)	11.43	11.21	11.50
Contenido de humedad (%)	11.43	11.21	11.50
Densidad seca (g/cm ³)	1.916	1.819	1.726

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
07-abr-15	16:30	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
08-abr-15	16:30	24	28	0.3	0.2	37	0.4	0.3	78	0.8	0.7
09-abr-15	16:30	48	36	0.4	0.3	45	0.5	0.4	135	1.4	1.2
10-abr-15	16:30	72	41	0.4	0.4	59	0.6	0.5	125	1.3	1.1
11-abr-15	16:30	96	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0

PENETRACIÓN

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 9				MOLDE N° 4				MOLDE N° 6			
mm	plg		CARGA Dial (div)	CORRECCION kg/cm2	kg/cm2	%	CARGA Dial (div)	CORRECCION kg/cm2	kg/cm2	%	CARGA Dial (div)	CORRECCION kg/cm2	kg/cm2	%
0.00	0.00		0	0		0	0			0	0			
0.64	0.025		25	5.5067		14	3.177			8	1.9059			
1.27	0.050		52	11.222		30	6.5654			17	3.8124			
1.91	0.075		81	17.357		47	10.164			27	5.9302			
2.54	0.100	70.31	114	24.331		35	65	13.973	20	35	7.624		11	
3.81	0.150		145	30.878		83	17.779			48	10.376			
5.08	0.200	105.46	189	40.16		38	106	22.641	21	62	13.338		13	
6.35	0.250		212	45.008		122	26.021			71	15.242			
7.62	0.300		235	49.853		135	28.767			79	16.934			
10.16	0.400		264	55.958		152	32.355			89	19.048			
12.70	0.500		275	58.272		158	33.622			92	19.682			

Observaciones:

Realizado :

INGMON SAC
EDWIN OSAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Silvia

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

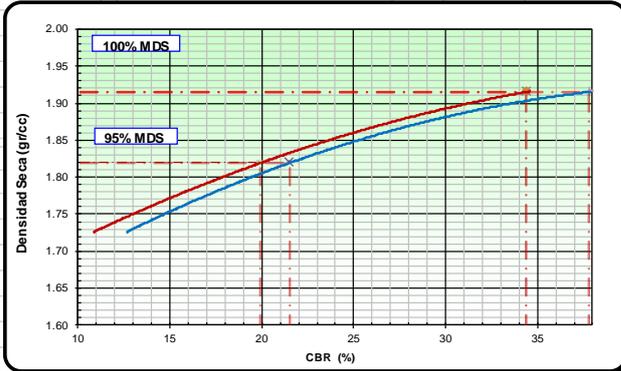


RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	20+000
MUESTRA :	Sulfonato 0.15 Kg/m ³	N.F :	N.P
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	23/05/2016
		HECHO POR :	EMC

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) :	1.915
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	11.6
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³) :	1.819

PORCENTAJE DEL CBR

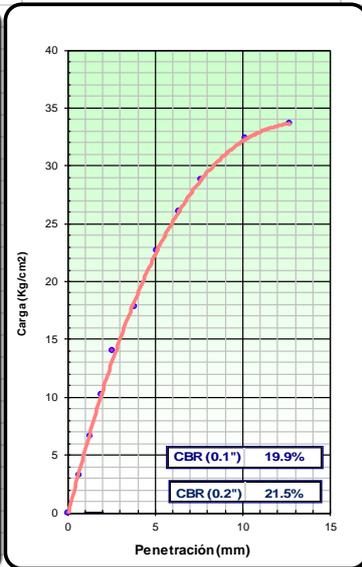
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 34.4	0.2": 37.8
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 20	0.2": 21.5

OBSERV.:

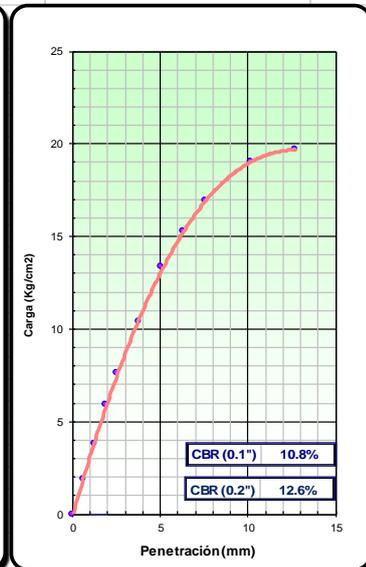
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Realizado :

INGMON S.A.C.
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliácridamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	20+000
MUESTRA :	Sulfonato 0.23 Kg/m ³	N.F :	N.P
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	23/05/2016
		HECHO POR :	EMC

COMPACTACIÓN

Molde N°	10	05	07			
Capas N°	5	5	5			
Golpes por capa N°	56	25	12			
Condición de la muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8470.2		8774.0		8231.0	
Peso de molde + base (g)	4152.0		4585.0		4196.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4318.2		4189.0		4035.0	
Volumen del molde (cm ³)	2032.0		2067.6		2102.0	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.125		2.026		1.920	
Tara (N°)	Tc-216		Tc-05		Tc-23	
Peso suelo húmedo + tara (g)	471.51		422.58		467.23	
Peso suelo seco + tara (g)	430.56		387.00		430.00	
Peso de tara (g)	59.20		69.07		103.30	
Peso de agua (g)	40.95		35.58		37.23	
Peso de suelo seco (g)	371.36		317.93		326.70	
Contenido de humedad (%)	11.03		11.19		11.40	
Densidad seca (g/cm ³)	1.914		1.822		1.723	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
07-abr-15	16:30	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
08-abr-15	16:30	24	21	0.2	0.2	34	0.3	0.3	61	0.6	0.5
09-abr-15	16:30	48	27	0.3	0.2	41	0.4	0.4	72	0.7	0.6
10-abr-15	16:30	72	31	0.3	0.3	43	0.4	0.4	103	1.0	0.9
11-abr-15	16:30	96	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0

PENETRACIÓN

PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N° 10				MOLDE N° 5				MOLDE N° 7			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	ptg	kg/cm ²	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.00	0.00		0	0			0	0			0	0		
0.64	0.025		40	8.6825			23	5.0831			14	3.177		
1.27	0.050		89	19.048			49	10.587			30	6.5654		
1.91	0.075		143	30.456			82	17.568			51	11.011		
2.54	0.100	70.31	195	41.425		59	112	23.909		34	70	15.03		21
3.81	0.150		285	60.376			163	34.677			101	21.584		
5.08	0.200	105.46	355	75.084		71	204	43.322		41	127	27.077		26
6.35	0.250		405	85.572			232	49.222			145	30.878		
7.62	0.300		454	95.838			260	55.116			169	35.942		
10.16	0.400		518	109.23			297	62.899			192	40.793		
12.70	0.500		574	120.92			329	69.624			205	43.533		

Observaciones:

Realizado :

INGMON S.A.C.
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

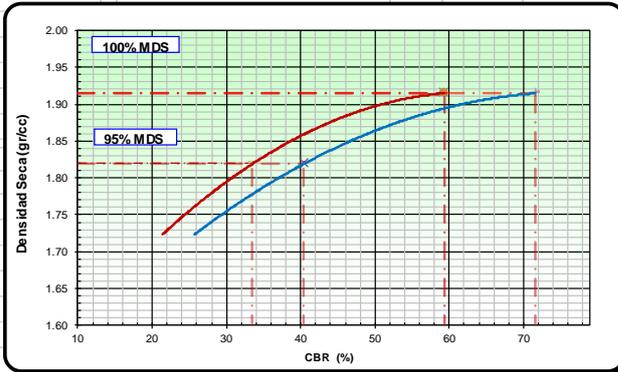


RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliácridamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	20+000
MUESTRA :	Sulfonato 0.23 Kg/m ³	N.F :	N.P
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	23/05/2016
		HECHO POR :	EMC

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

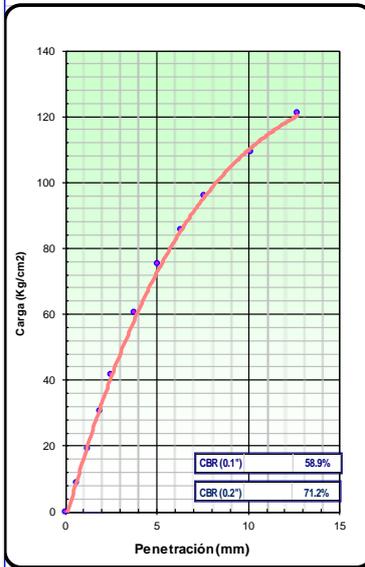
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) :	1.915
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	11.6
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³) :	1.819

PORCENTAJE DEL CBR

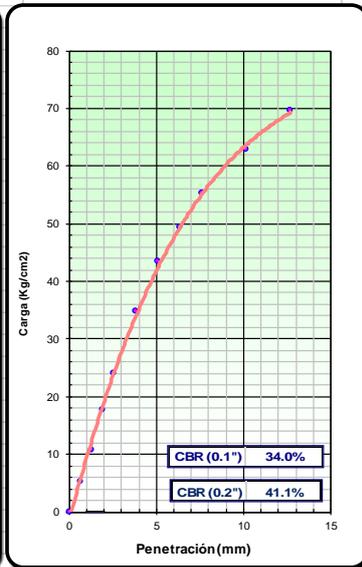
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 59.3	0.2": 71.6
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 33.5	0.2": 40.4

OBSERV.:

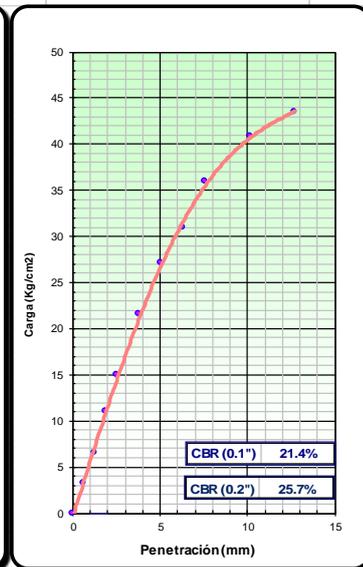
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Realizado :

INGMON S.A.C.
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	20+000
MUESTRA :	Sulfonato 0.46 Kg/m ³	N.F :	N.P
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	23/05/2016
		HECHO POR :	EMC

COMPACTACIÓN

Molde N°	06		08		12	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8973.0		8569.0		8201.0	
Peso de molde + base (g)	4512.0		4292.0		4152.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4461.0		4277.0		4049.0	
Volumen del molde (cm ³)	2095.6		2104.0		2099.0	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.129		2.033		1.929	
Tara (N°)	Tc-05		Tc-09		Tc-15	
Peso suelo húmedo + tara (g)	446.78		408.64		456.23	
Peso suelo seco + tara (g)	408.00		371.88		416.45	
Peso de tara (g)	59.20		69.07		103.30	
Peso de agua (g)	38.78		36.76		39.78	
Peso de suelo seco (g)	348.80		316.00		338.00	
Contenido de humedad (%)	11.12		11.63		11.77	
Contenido de humedad (%)	11.12		11.63		11.77	
Densidad seca (g/cm ³)	1.916		1.821		1.726	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
07-abr-15	16:30	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
08-abr-15	16:30	24	15	0.2	0.1	21	0.2	0.2	29	0.3	0.3
09-abr-15	16:30	48	18	0.2	0.2	28	0.3	0.2	39	0.4	0.3
10-abr-15	16:30	72	0	0.0	0.0	32	0.3	0.3	47	0.5	0.4
11-abr-15	16:30	96	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0

PENETRACIÓN

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 6			MOLDE N° 8			MOLDE N° 12		
mm	plg		CARGA Dial (div)	CORRECCION kg/cm2	%	CARGA Dial (div)	CORRECCION kg/cm2	%	CARGA Dial (div)	CORRECCION kg/cm2	%
0.00	0.00		0	0		0	0		0	0	
0.64	0.025		47	10.058		31	6.7771		18	4.0242	
1.27	0.050		87	18.625		58	12.492		34	7.4123	
1.91	0.075		141	30.033		94	20.105		55	11.857	
2.54	0.100	70.31	211	44.798	64	141	30.033	43	84	17.991	26
3.81	0.150		290	61.322		193	41.004		113	24.12	
5.08	0.200	105.46	357	75.503	72	238	50.485	48	140	29.822	28
6.35	0.250		437	92.173		291	61.637		171	36.364	
7.62	0.300		510	107.55		340	71.934		200	42.479	
10.16	0.400		605	127.28		405	85.572		238	50.485	
12.70	0.500		625.5	131.66		417	88.088		245	51.959	

Observaciones:

Realizado :

INGMON S.A.C.
EDWIN DESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

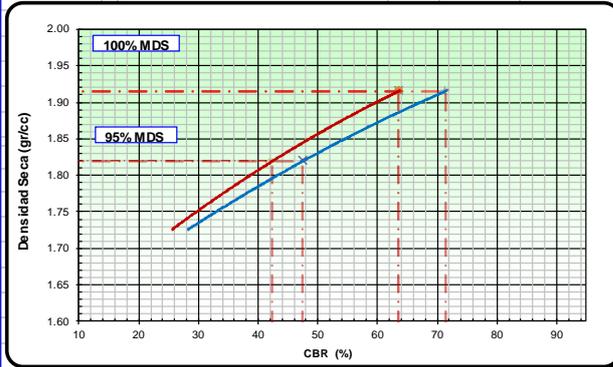


RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	20+000
MUESTRA :	Sulfonato 0.46 Kg/m ³	N.F :	N.P
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	23/05/2016
		HECHO POR :	EMC

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:	1.915
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	11.6
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³)	:	1.819

PORCENTAJE DEL CBR

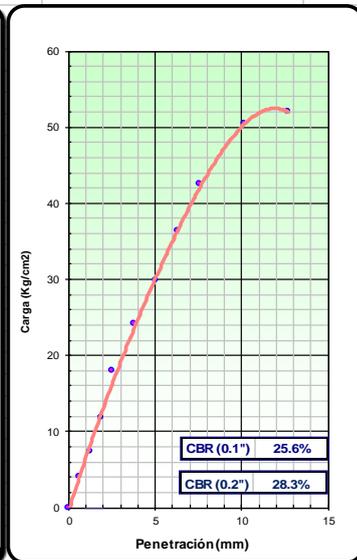
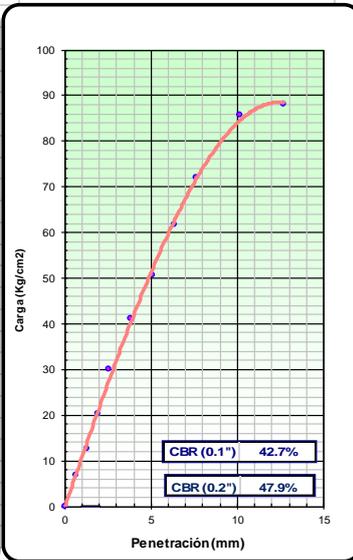
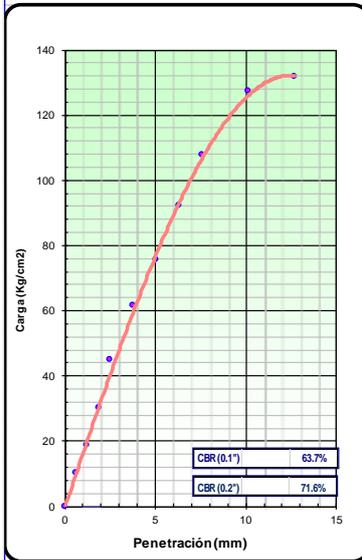
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	63.5	0.2":	71.4
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	42.4	0.2":	47.5

OBSERV.:

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Realizado :

INGMON S.A.C.
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

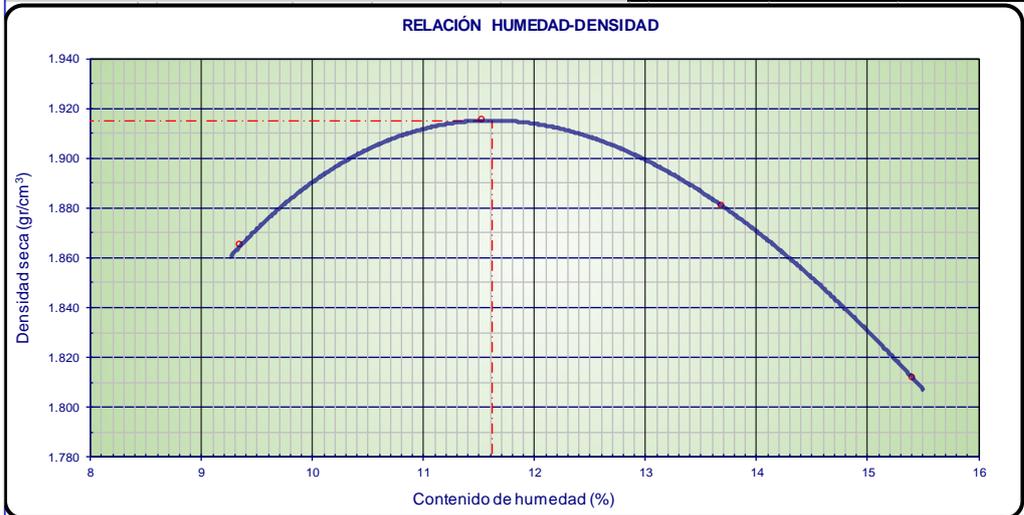
Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

PROCTOR MODIFICADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DEL ENSAYO

PROYECTO :	Tesis de investigación "Propuesta de Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato"				
MATERIAL :	CANTERA	UBICACIÓN :	20+000		
GALICATA :	-	N.F. :			
MUESTRA :	-	FECHA :	05/08/2015	MÉTODO :	
PROF. (m) :	--	HECHO POR :	E.M.C	C	

Ensayo Nº		1	2	3	4	
Número de Capas		5	5	5	5	
Golpes de Pisón por Capa		56	56	56	56	
Peso suelo húmedo + molde	gr.	8898	9101	9106	9006	
Peso molde + base	gr.	4605	4605	4605	4605	
Peso suelo húmedo compactado	gr.	4293	4496	4501	4401	
Volumen del molde	cm ³	2105	2105	2105	2105	
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	2.039	2.136	2.138	2.091	
Recipiente Nº		12	9	4	13	
Peso del suelo húmedo+tara	gr.	456.0	545.0	567.0	567.0	
Peso del suelo seco + tara	gr.	417.0	488.7	498.7	491.3	
Peso de Tara	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	
Peso de agua	gr.	39.0	56.3	68.3	75.7	
Peso del suelo seco	gr.	417.0	488.7	498.7	491.3	
Contenido de agua	%	9.4	11.5	13.7	15.4	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.865	1.915	1.881	1.812	
					Densidad máxima (gr/cm ³)	1.915
					Humedad óptima (%)	11.6



Observaciones:

Realizado :

INGMON S.A.C.
EDWIN DESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

**A. 1. 4. ENSAYO EN MATERIAL DE CANTERA 50+00 CON Y
SIN ESTABILIZADOR QUINMICO**

A.1. 1. 4. 1. CANTERA 50+00 SIN ESTABILIZADOR QUINMICO



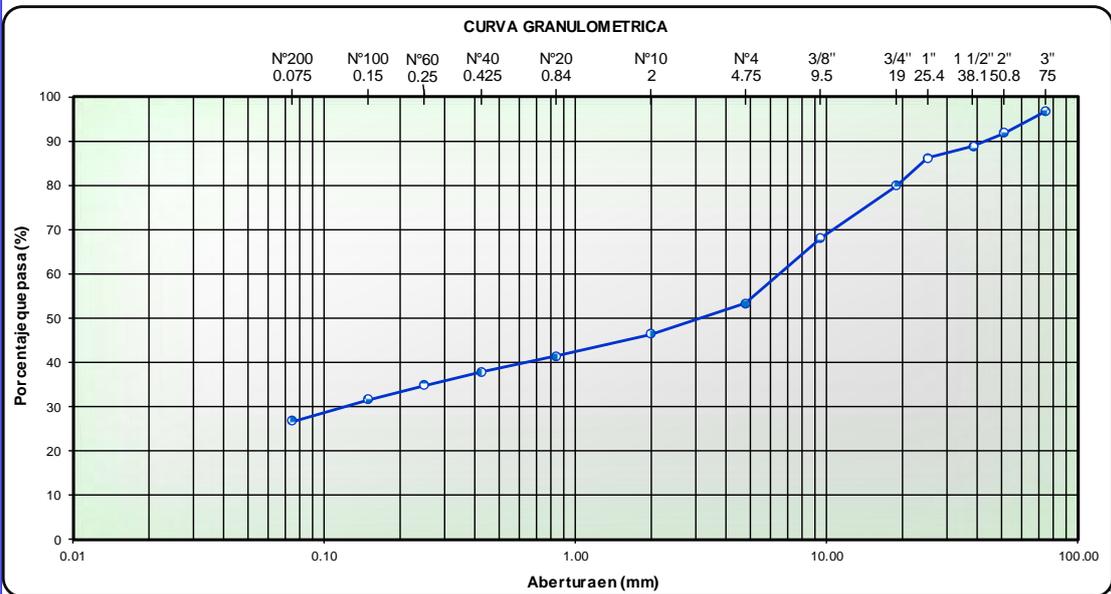
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO : Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"

MATERIAL	: Cantera	UBICACIÓN	: 50+000
CALICATA	: C-1	N.F.	: N.P
MUESTRA	: M-2	FECHA	: 02/06/16
PROF. (m)	: -	HECHO POR	: E.M.C

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
3"	75.00	200.8	3.3	3.27	96.73	Peso Total : 6141 gr.			
2"	50.80	300.3	4.9	8.2	91.84	Grava	2870 gr.	46.7%	D60 = 6.89 mm
1 1/2"	38.10	181.2	3.0	11.1	88.89	Arena	1631 gr.	26.6%	D30 = 0.13 mm
1"	25.40	168.3	2.7	13.9	86.15	< N° 200	1640 gr.	26.7%	D10 = 0.03 mm
3/4"	19.00	382.0	6.2	20.1	79.93	Cu	245.43	Cc	0
3/8"	9.50	721.0	11.7	31.8	68.19	LIMITES DE CONSISTENCIA			
N° 4	4.75	916.9	14.9	46.7	53.26	Limite Líquido	:	32	
N° 10	2.00	418.6	6.8	53.6	46.44	Limite Plástico	:	20	
N° 20	0.84	305.2	5.0	58.5	41.47	Indice Plástico	:	11	
N° 40	0.43	218.2	3.6	62.1	37.92	CLASIFICACIÓN DEL SUELO			
N° 60	0.25	192.0	3.1	65.2	34.79	A.A.S.H.T.O	A-2-6(0)		
N° 100	0.15	200.5	3.3	68.5	31.53	S.U.C.S.	GC		
N° 200	0.08	296.7	4.8	73.3	26.70	Grava arcillosa con arena			
< N° 200	0.00	1639.6	26.7	100.0	0.00				



Observaciones:

Realizado :

INGMON S.A.C.
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Silvia

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

LÍMITES DE CONSISTENCIA

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
MATERIAL :	Cantera	UBICACIÓN :	50+000
CALICATA :	C-1	N.F. :	N.P
MUESTRA :	M-2	FECHA :	07/05/16
PROF. (m) :	-	HECHO POR :	E.M.C

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

Nº TARA		T-2	T-3	T-4
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	39.90	36.50	48.40
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	34.51	31.51	42.65
PESO DE AGUA	(gr.)	5.39	4.99	5.75
PESO DE LA TARA	(gr.)	16.80	15.70	24.80
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	17.71	15.81	17.85
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	30.43	31.56	32.21
NUMERO DE GOLPES		31	26	21

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

Nº TARA		18-B	19-B	PROMEDIO
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr.)	34.90	35.10	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr.)	33.40	33.77	
PESO DE LA TARA	(gr.)	26.19	26.92	
PESO DEL AGUA	(gr.)	1.50	1.33	
PESO DEL SUELO SECO	(gr.)	7.21	6.85	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	20.80	19.42	20

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO (%)	32
LIMITE PLASTICO (%)	20
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	11

Observaciones:

Realizado :
INGMON S.A.C.
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :
Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliácridamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
MATERIAL :	Cantera	UBICACIÓN :	50+000
CALICATA :	C-1	N.F. :	N.P
MUESTRA :	M-2	FECHA :	02/05/16
PROF. (m) :	-	HECHO POR :	E.M.C

Nº TARA		-
PESO TARA + SUELO HUMEDO	gr.	9982
PESO TARA + SUELO SECO	gr.	9523
PESO DE AGUA	gr.	459
PESO DE LA TARA	gr.	0
PESO DEL SUELO SECO	gr.	9523
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	4.82

OBSERVACIONES

.....
.....
.....
.....
.....

Realizado :

INGMON S.A.C.

EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

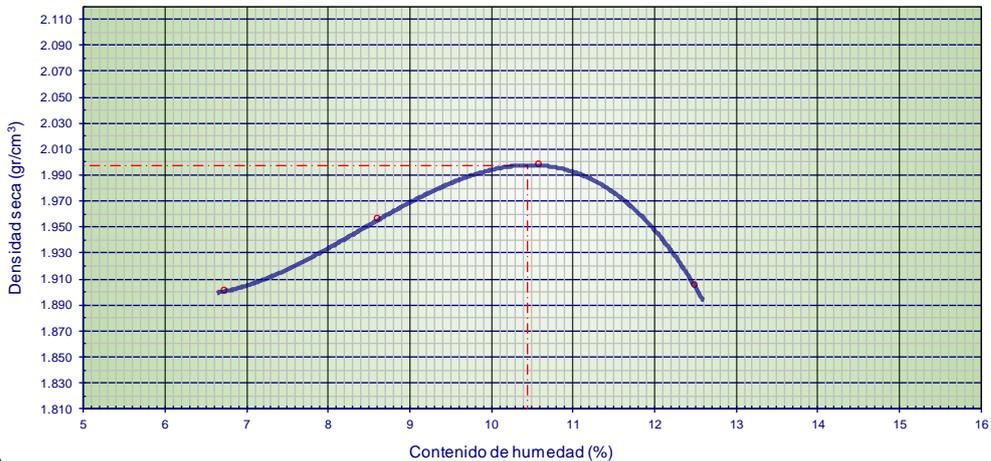
PROCTOR MODIFICADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DEL ENSAYO

PROYECTO :	Tesis de investigación "Propuesta de Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato"				
MATERIAL :	CANTERA	UBICACIÓN :	50+000		
CALICATA :	-	N.F. :			
MUESTRA :	M-1	FECHA :	05/04/2016	MÉTODO :	
PROF. (m) :	--	HECHO POR :	E.M.C		C

Ensayo N°		1	2	3	4	
Número de Capas		5	5	5	5	
Golpes de Pisón por Capa		56	56	56	56	
Peso suelo húmedo + molde	gr.	8875	9077	9255	9114	
Peso molde + base	gr.	4605	4605	4605	4605	
Peso suelo húmedo compactado	gr.	4270	4472	4650	4509	
Volumen del molde	cm ³	2105	2105	2105	2105	
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	2.029	2.124	2.209	2.142	
Recipiente N°		7	8	6	9	
Peso del suelo húmedo+tara	gr.	463.2	389.0	856.0	745.0	
Peso del suelo seco + tara	gr.	434.0	358.1	774.0	662.2	
Peso de Tara	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	
Peso de agua	gr.	29.2	30.9	82.0	82.8	
Peso del suelo seco	gr.	434.0	358.1	774.0	662.2	
Contenido de agua	%	6.7	8.6	10.6	12.5	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.901	1.956	1.997	1.904	
					Densidad máxima (gr/cm ³)	1.998
					Humedad óptima (%)	10.5

RELACIÓN HUMEDAD-DENSIDAD



Observaciones:

Realizado :

INGMON S.A.C.
EDWIN OSAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliácridamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	50+000
MUESTRA :	M-1	N.F :	N.P
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	23/05/2016
		HECHO POR :	EMC

COMPACTACIÓN

Molde N°	07	12	08			
Capas N°	5	5	5			
Golpes por capa N°	56	25	12			
Condición de la muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8695.0		8425.0		8471.0	
Peso de molde + base (g)	4196.0		4152.0		4292.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4499.0		4273.0		4179.0	
Volumen del molde (cm ³)	2032.0		2032.0		2104.0	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.214		2.103		1.986	
Tara (N°)	Tc-01		Tc-03		Tc-08	
Peso suelo húmedo + tara (g)	401.23		465.23		415.00	
Peso suelo seco + tara (g)	368.92		426.45		381.56	
Peso de tara (g)	65.90		63.45		63.40	
Peso de agua (g)	32.31		38.78		33.44	
Peso de suelo seco (g)	303.02		363.00		318.16	
Contenido de humedad (%)	10.66		10.68		10.51	
Densidad seca (g/cm ³)	2.001		1.900		1.797	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
07-abr-15	16:30	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
08-abr-15	16:30	15	23	0.2	0.2	45	0.5	0.4	72	0.7	0.6
09-abr-15	16:30	48	34	0.3	0.3	56	0.6	0.5	104	1.0	0.9
10-abr-15	16:30	72	45	0.5	0.4	78	0.8	0.7	134	1.3	1.2
11-abr-15	16:30	96	0	0.0	0.0	81	0.8	0.7	145	1.5	1.3

PENETRACIÓN

PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N° 7				MOLDE N° 12				MOLDE N° 8			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	plg	kg/cm ²	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.00	0.00		0	0			0	0			0	0		
0.64	0.025		20	4.4478			13	2.9651			8	1.9059		
1.27	0.050		43	9.3175			27	5.9302			17	3.8124		
1.91	0.075		67	14.396			42	9.1058			26	5.7184		
2.54	0.100	70.31	91	19.471		28	57	12.28		17	35	7.624		11
3.81	0.150		132	28.133			83	17.779			51	11.011		
5.08	0.200	105.46	171	36.364		34	107	22.852		22	66	14.184		13
6.35	0.250		201	42.69			126	26.866			78	16.722		
7.62	0.300		236	50.064			148	31.511			93	19.788		
10.16	0.400		272	57.641			170	36.153			106	22.641		
12.70	0.500		289	61.217			181	38.473			113	24.12		

Observaciones:

Realizado :

INGMON S.A.C.
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

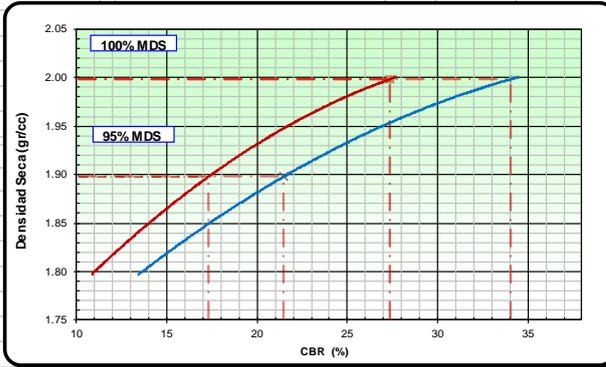


RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	50+000
MUESTRA :	M-1	N.F :	N.P
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	23/05/2016
		HECHO POR :	EMC

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) :	1.998
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	10.5
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³) :	1.898

PORCENTAJE DEL CBR

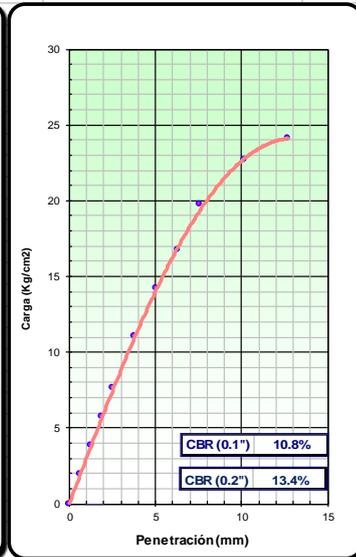
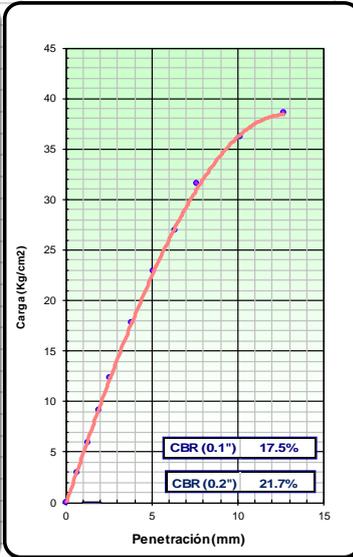
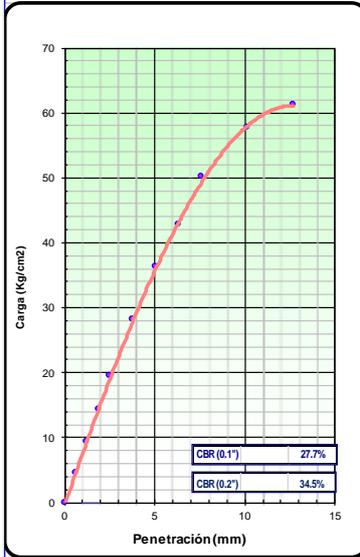
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 27.4	0.2": 34.1
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 17	0.2": 21.5

OBSERV.:

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Realizado :

INGMON S.A.C.
DIGNO OSAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

**A. 1. 1. 4. 2 CANTERA 50+00 CON ESTABILIZADOR QUIMICO
POLIACRILAMIDA ANIONICA**



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliácridamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	50+000
MUESTRA :	Poliácridamida anionica 0.10 Kg/m ³	N.F :	N.P
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	30/05/2016
		HECHO POR :	EMC

COMPACTACIÓN

Molde N°	05	09	03			
Capas N°	5	5	5			
Golpes por capa N°	56	25	12			
Condición de la muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9250.0		8589.0		9528.0	
Peso de molde + base (g)	4585.0		4061.0		5292.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4665.0		4528.0		4236.0	
Volumen del molde (cm ³)	2067.6		2112.0		2085.0	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.256		2.144		2.032	
Tara (N°)	Tc-02		Tc-09		Tc-05	
Peso suelo húmedo + tara (g)	562.00		356.00		489.00	
Peso suelo seco + tara (g)	522.10		331.00		455.23	
Peso de tara (g)	102.81		72.14		103.34	
Peso de agua (g)	39.90		25.00		33.77	
Peso de suelo seco (g)	419.29		258.86		351.89	
Contenido de humedad (%)	9.52		9.66		9.60	
Densidad seca (g/cm ³)	2.060		1.955		1.854	
	1.001		0.950		0.901	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
07-abr-15	16:30	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
08-abr-15	16:30	24	21	0.2	0.2	39	0.4	0.3	65	0.7	0.6
09-abr-15	16:30	48	24	0.2	0.2	48	0.5	0.4	84	0.8	0.7
10-abr-15	16:30	72	32	0.3	0.3	65	0.7	0.6	93	0.9	0.8
11-abr-15	16:30	96	34	0.3	0.3	72	0.7	0.6	110	1.1	0.9

PENETRACIÓN

PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N° 5				MOLDE N° 9				MOLDE N° 3			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	ptg	kg/cm ²	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.00	0.00		0	0			0	0			0	0		
0.64	0.025		32	6.9889			25	5.5067			18	4.0242		
1.27	0.050		64	13.761			46	9.9524			33	7.2006		
1.91	0.075		89	19.048			64	13.761			46	9.9524		
2.54	0.100	70.31	114	24.331		35	82	17.568		25	59	12.703		18
3.81	0.150		153	32.566			109	23.275			78	16.722		
5.08	0.200	105.46	192	40.793		39	137	29.189		28	98	20.95		20
6.35	0.250		216	45.851			154	32.777			110	23.486		
7.62	0.300		239	50.696			171	36.364			122	26.021		
10.16	0.400		269	57.01			192	40.793			137	29.189		
12.70	0.500		278	58.903			199	42.269			142	30.244		

Observaciones:

Realizado :

INGMON S.A.C.
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Silvia

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

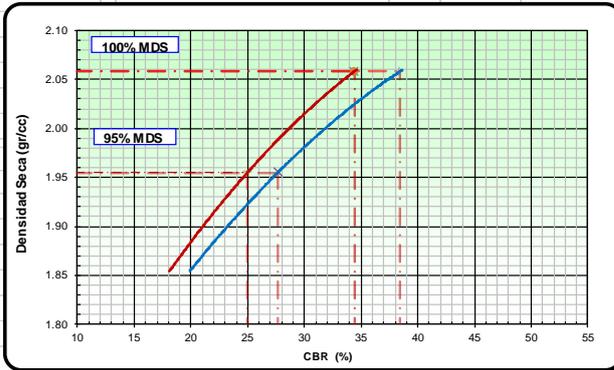


RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTCE 132, ASTM D1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliácridamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos - Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	50+000
MUESTRA :	Poliácridamida anionica 0.10 Kg/m ³	N.F :	N.P
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	30/05/2016
		HECHO POR :	EMC

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

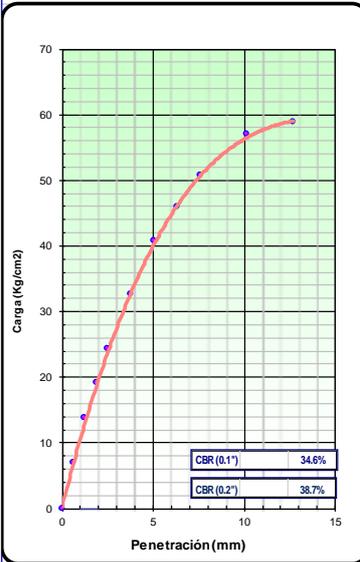
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) :	2.058
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	9.7
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³) :	1.955

PORCENTAJE DEL CBR

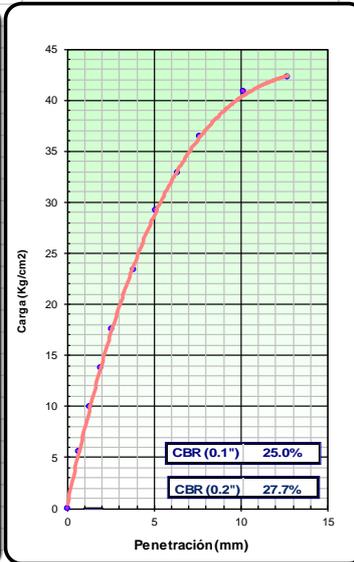
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	34.4	0.2":	38.4
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	25.0	0.2":	27.7

OBSERV.:

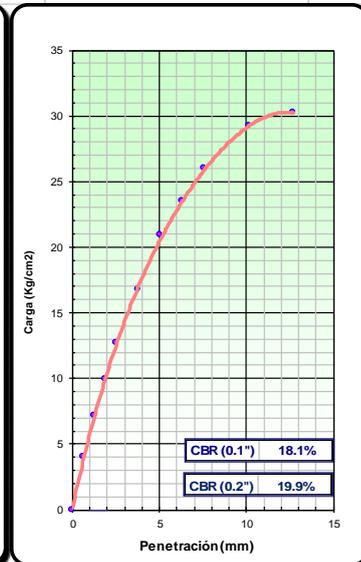
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Realizado :
INGMON S.A.C.
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :
Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	50+000
MUESTRA :	Poliacrilamida anionica 0.19 Kg/m ³	N.F :	N.P
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	30/05/2016
		HECHO POR :	EMC

COMPACTACIÓN

Molde N°	07		10		12	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8945.0		8505.0		8275.0	
Peso de molde + base (g)	4196.0		4152.0		4152.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4749.0		4353.0		4123.0	
Volumen del molde (cm ³)	2102.0		2032.0		2032.0	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.259		2.142		2.029	
Tara (N°)	Tc-04		Tc-08		Tc-11	
Peso suelo húmedo + tara (g)	456.00		452.00		412.00	
Peso suelo seco + tara (g)	424.56		419.00		385.00	
Peso de tara (g)	102.81		72.14		103.34	
Peso de agua (g)	31.44		33.00		27.00	
Peso de suelo seco (g)	321.75		346.86		281.66	
Contenido de humedad (%)	9.77		9.51		9.59	
Contenido de humedad (%)	9.77		9.51		9.59	
Densidad seca (g/cm ³)	2.058		1.956		1.852	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
07-abr-15	16:30	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
08-abr-15	16:30	24	18	0.2	0.2	33	0.3	0.3	51	0.5	0.4
09-abr-15	16:30	48	20	0.2	0.2	42	0.4	0.4	70	0.7	0.6
10-abr-15	16:30	72	0	0.0	0.0	45	0.5	0.4	81	0.8	0.7
11-abr-15	16:30	96	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0

PENETRACIÓN

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 7			MOLDE N° 10			MOLDE N° 12		
mm	plg		CARGA Dial (div)	CORRECCION kg/cm2	%	CARGA Dial (div)	CORRECCION kg/cm2	%	CARGA Dial (div)	CORRECCION kg/cm2	%
0.00	0.00		0	0		0	0		0	0	
0.64	0.025		58	12.492		32	6.9889		21	4.6596	
1.27	0.050		106	22.641		59	12.703		39	8.4708	
1.91	0.075		147	31.3		82	17.568		54	11.645	
2.54	0.100	70.31	191	40.582	58	106	22.641	32	71	15.242	22
3.81	0.150		252	53.432		140	29.822		93	19.894	
5.08	0.200	105.46	325	68.784	65	176	37.419	35	117	24.965	24
6.35	0.250		366	77.392		198	42.058		132	28.133	
7.62	0.300		394	83.266		219	46.483		146	31.089	
10.16	0.400		442	93.325		246	52.169		164	34.888	
12.70	0.500		459	96.885		255	54.064		170	36.153	

Observaciones:

Realizado

INGMON SAC
EDWIN DESAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Silvia

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

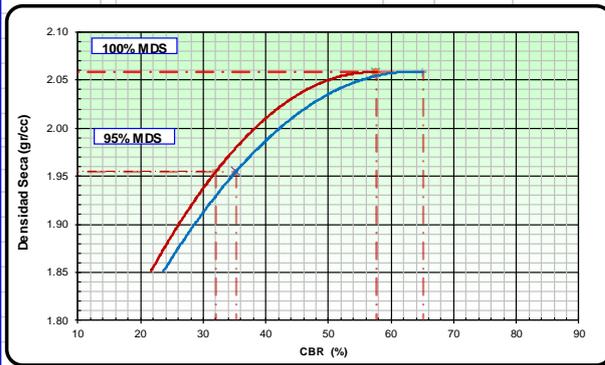


RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliácridamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	50+000
MUESTRA :	Poliácridamida anionica 0.19 Kg/m ³	N.F. :	N.P
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	30/05/2016
		HECHO POR :	EMC

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

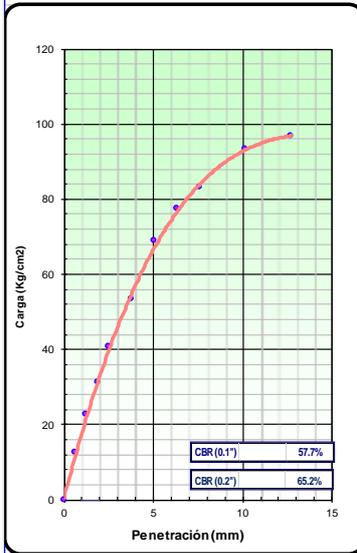
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) :	2.058
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	9.7
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³) :	1.955

PORCENTAJE DEL CBR

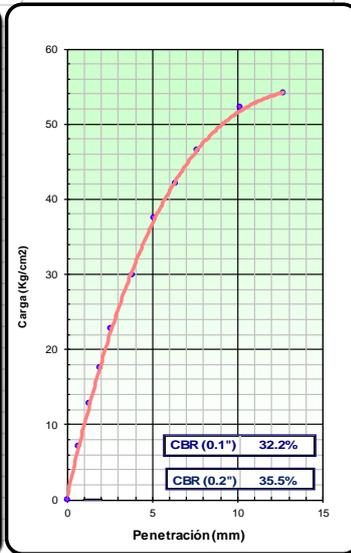
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	57.7	0.2":	65.1
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	32.0	0.2":	35.2

OBSERV.:

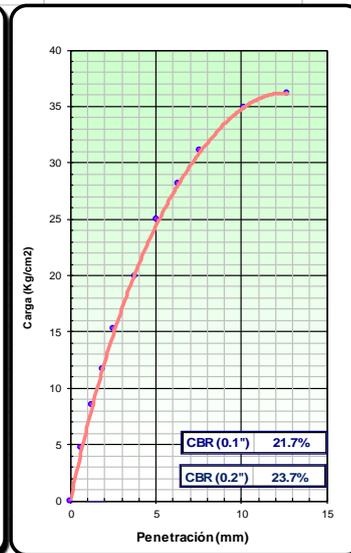
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Realizado :
INGMON S.A.C.
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :
CARGO: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	50+000
MUESTRA :	Poliacrilamida anionica 0.39 Kg/m ³	N.F :	N.P
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	30/05/2016
		HECHO POR :	EMC

COMPACTACIÓN

	12	09	03
Molde N°	5	5	5
Capas N°	56	25	12
Golpes por capa N°			
Condición de la muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8729.0	8579.0	9521.0
Peso de molde + base (g)	4152.0	4061.0	5292.0
Peso del suelo húmedo (g)	4577.0	4518.0	4229.0
Volumen del molde (cm ³)	2032.0	2112.0	2085.0
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.252	2.139	2.028
Tara (N°)	Tc-06	Tc-14	Tc-12
Peso suelo húmedo + tara (g)	417.00	512.00	456.00
Peso suelo seco + tara (g)	390.00	474.25	425.56
Peso de tara (g)	102.81	72.14	103.34
Peso de agua (g)	27.00	37.75	30.44
Peso de suelo seco (g)	287.19	402.11	322.22
Contenido de humedad (%)	9.40	9.39	9.45
Contenido de humedad (%)	9.40	9.39	9.45
Densidad seca (g/cm ³)	2.059	1.956	1.853

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
07-abr-15	16:30	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
08-abr-15	16:30	24	10	0.1	0.1	21	0.2	0.2	32	0.3	0.3
09-abr-15	16:30	48	12	0.1	0.1	28	0.3	0.2	41	0.4	0.4
10-abr-15	16:30	72	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	49	0.5	0.4
11-abr-15	16:30	96	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0

PENETRACIÓN

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 12				MOLDE N° 9				MOLDE N° 3			
mm	plg		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	
0.00	0.00	0	0			0	0			0	0			
0.64	0.025	77	16.511			48	10.376			30	6.5654			
1.27	0.050	153	32.566			96	20.528			60	12.915			
1.91	0.075	219	46.483			137	29.189			85	18.202			
2.54	0.100	70.31	289	61.217	87	181	38.473		55	113	24.12		34	
3.81	0.150	387	81.798			242	51.327			151	32.144			
5.08	0.200	105.46	504	106.3	101	315	66.682		63	197	41.847		40	
6.35	0.250	569	119.88			356	75.293			222	47.115			
7.62	0.300	614	129.26			384	81.169			240	50.906			
10.16	0.400	691	145.3			432	91.23			270	57.22			
12.70	0.500	702	147.59			439	92.697			274	58.062			

Observaciones:

Realizado :

INGMON S.A.C.
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

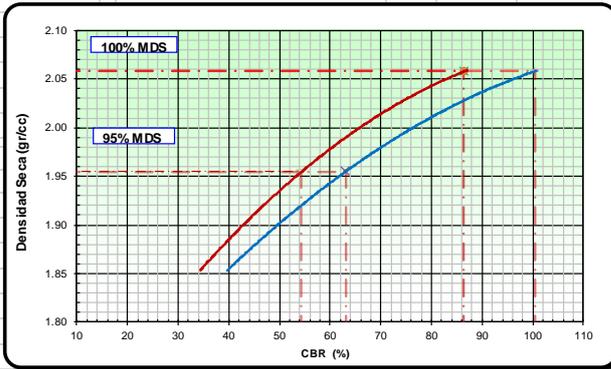


RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	50+000
MUESTRA :	Poliacrilamida anionica 0.39 Kg/m ³	N.F :	N.P
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	30/05/2016
		HECHO POR :	EMC

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

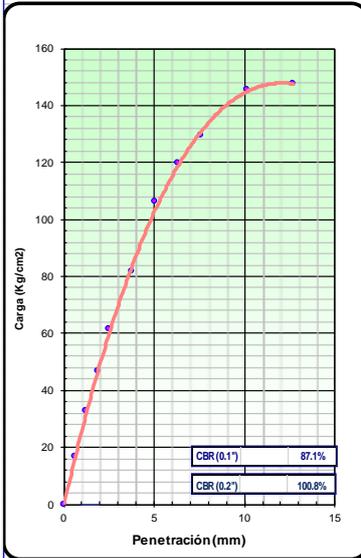
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:	2.058
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	9.7
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³)	:	1.955

PORCENTAJE DEL CBR

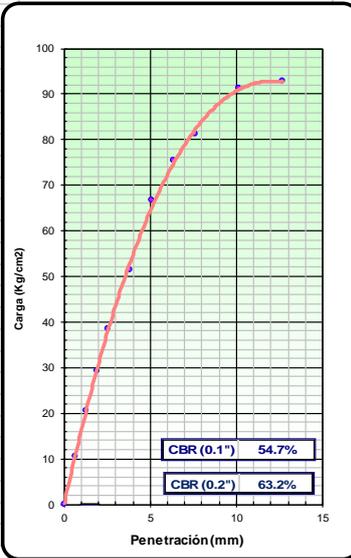
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	86.4	0.2":	100.4
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	54.3	0.2":	63.1

OBSERV.:

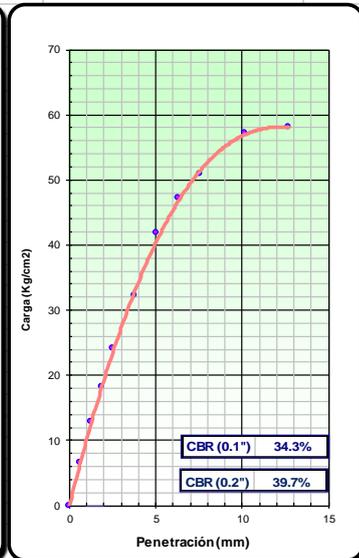
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Realizado :

INGMON S.A.C.
EDWIN OSAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



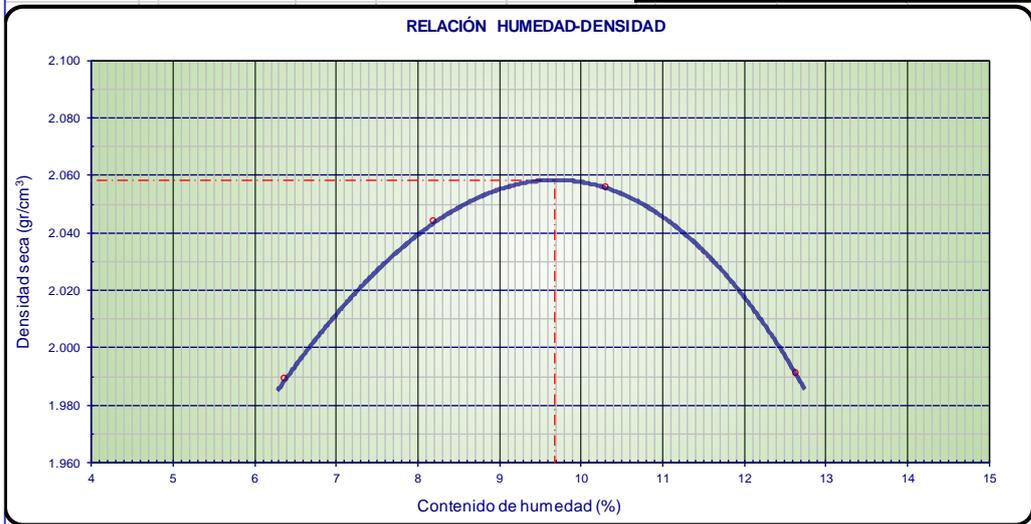
PROCTOR MODIFICADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DEL ENSAYO

PROYECTO :	Tesis de investigación "Propuesta de Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato"				
MATERIAL :	CANTERA	UBICACIÓN :	50+000		
CALICATA :	-	N.F. :			
MUESTRA :	POLIACRILAMIDA ANIONICA	FECHA :	05/08/2015	MÉTODO :	
PROF. (m) :	--	HECHO POR :	E.M.C		C

Ensayo N°		1	2	3	4	
Número de Capas		5	5	5	5	
Golpes de Pisón por Capa		56	56	56	56	
Peso suelo húmedo + molde	gr.	9059	9259	9378	9325	
Peso molde + base	gr.	4605	4605	4605	4605	
Peso suelo húmedo compactado	gr.	4454	4654	4773	4720	
Volumen del molde	cm ³	2105	2105	2105	2105	
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	2.116	2.211	2.267	2.242	
Recipiente N°		6	8	15	21	
Peso del suelo húmedo+tara	gr.	467.0	330.0	390.0	490.0	
Peso del suelo seco + tara	gr.	439.0	305.0	353.6	435.0	
Peso de Tara	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	
Peso de agua	gr.	28.0	25.0	36.4	55.0	
Peso del suelo seco	gr.	439.0	305.0	353.6	435.0	
Contenido de agua	%	6.4	8.2	10.3	12.6	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.989	2.043	2.056	1.991	
					Densidad máxima (gr/cm ³)	2.058
					Humedad óptima (%)	9.7



Observaciones:

Realizado :

INGMON S.A.C.
EDWIN CESAR BELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

**A.1. 1. 4. 3. CANTERA 50+00 CON ESTABILIZADOR QUIMICO
ORGANOSILANO**



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T-193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliácridamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	50+000
MUESTRA :	Organosilano 0.50 Kg/m ³	N.F :	N.P
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	15/06/2016
		HECHO POR :	EMC

COMPACTACIÓN

Molde N°	04		06		01	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9266.0		8975.0		9435.0	
Peso de molde + base (g)	4604.0		4512.0		5221.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4662.0		4463.0		4214.0	
Volumen del molde (cm ³)	2068.3		2095.6		2085.2	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.254		2.130		2.021	
Tara (N°)	Tc-16		Tc-05		Tc-23	
Peso suelo húmedo + tara (g)	471.78		422.64		467.23	
Peso suelo seco + tara (g)	435.67		393.00		435.98	
Peso de tara (g)	59.90		69.07		103.34	
Peso de agua (g)	36.11		29.64		31.25	
Peso de suelo seco (g)	375.77		323.93		332.64	
Contenido de humedad (%)	9.61		9.15		9.39	
Contenido de humedad (%)	9.61		9.15		9.39	
Densidad seca (g/cm ³)	2.056		1.951		1.847	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
07-abr-15	16:30	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
08-abr-15	16:30	24	24	0.2	0.2	48	0.5	0.4	70	0.7	0.6
09-abr-15	16:30	48	32	0.3	0.3	56	0.6	0.5	80	0.8	0.7
10-abr-15	16:30	72	41	0.4	0.4	76	0.8	0.7	105	1.1	0.9
11-abr-15	16:30	96	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	112	1.1	1.0

PENETRACIÓN

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 6				MOLDE N° 1			
mm	plg		CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION		
			Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.00	0.00		0	0			0	0			0	0		
0.64	0.025		14	3.177			8	1.9059			5	1.2703		
1.27	0.050		52	11.159			30	6.5654			17	3.8124		
1.91	0.075		87	18.625			51	11.011			30	6.5654		
2.54	0.100	70.31	122	26.021		37	72	15.453		22	42	9.1058		13
3.81	0.150		172	36.638			101	21.584			59	12.703		
5.08	0.200	105.46	238	50.485		48	140	29.822		28	80	17.145		16
6.35	0.250		306	64.728			175	37.208			105	22.43		
7.62	0.300		365	77.182			210	44.587			125	26.655		
10.16	0.400		432	91.23			252	53.432			149	31.722		
12.70	0.500		482	101.7			289	61.217			166	35.309		

Observaciones:

Realizado :

INGMON S.A.C.
EDWIN CESAR MELGAR CÁRDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

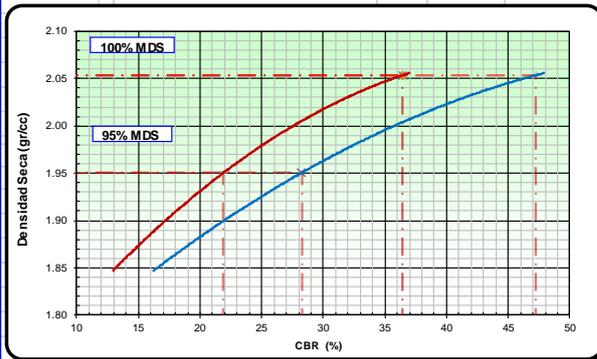


RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTCE 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA	C-1	UBICACIÓN	50+000
MUESTRA	Organosilano 0.50 Kg/m ³	N.F	N.P
PROF. (m)	1.50	FECHA	15/06/2016
		HECHO POR	EMC

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

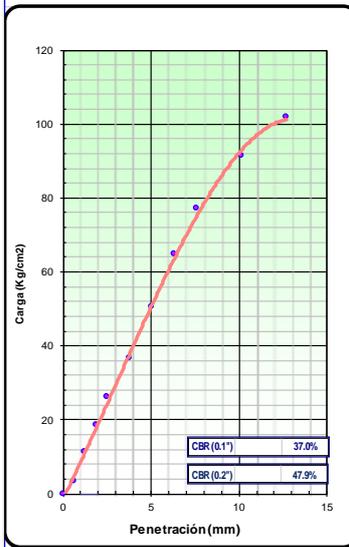
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:	2.053
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	9.8
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³)	:	1.950

PORCENTAJE DEL CBR

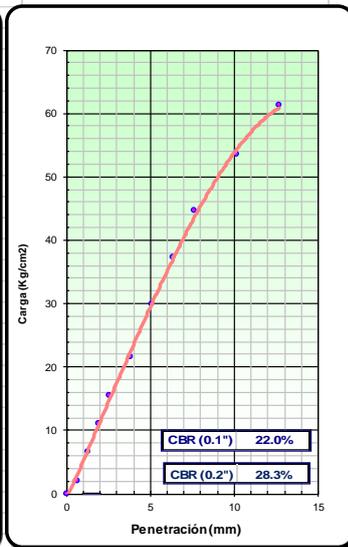
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	36.4	0.2":	47.2
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	21.9	0.2":	28.3

OBSERV.:

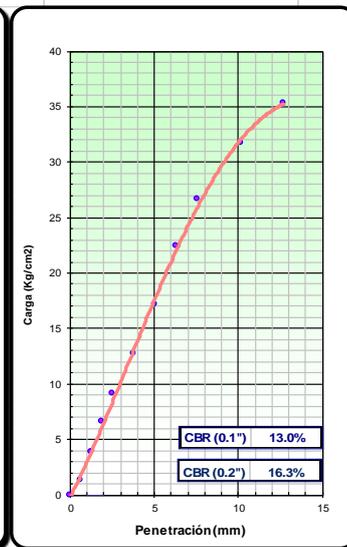
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Realizado :
INGMON S.A.C.
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :
Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTCE 132, ASTM D1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliácridamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	50+000
MUESTRA :	Organosilano 0.75 Kg/m ³	N.F :	N.P
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	15/06/2016
		HECHO POR :	EMC

COMPACTACIÓN

Molde N°	04	06	01
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Condición de la muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9258.0	8981.0	9460.0
Peso de molde + base (g)	4604.0	4512.0	5221.0
Peso del suelo húmedo (g)	4654.0	4469.0	4239.0
Volumen del molde (cm ³)	2068.3	2095.6	2091.0
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.250	2.133	2.027
Tara (N°)	Tc-13	Tc-10	Tc-15
Peso suelo húmedo + tara (g)	471.78	422.64	467.23
Peso suelo seco + tara (g)	435.67	392.05	434.95
Peso de tara (g)	60.24	65.23	101.00
Peso de agua (g)	36.11	30.59	32.28
Peso de suelo seco (g)	375.43	326.82	333.95
Contenido de humedad (%)	9.62	9.36	9.67
Contenido de humedad (%)	9.62	9.36	9.67
Densidad seca (g/cm ³)	2.053	1.950	1.849

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
07-abr-15	16:30	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
08-abr-15	16:30	24	21	0.2	0.2	42	0.4	0.4	62	0.6	0.5
09-abr-15	16:30	48	23	0.2	0.2	51	0.5	0.4	75	0.8	0.6
10-abr-15	16:30	72	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	83	0.8	0.7
11-abr-15	16:30	96	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0

PENETRACIÓN

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 4				MOLDE N° 6				MOLDE N° 1			
mm	plg		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	
0.00	0.00	0	0			0	0			0	0			
0.64	0.025	53	11.37			34	7.4123			23	5.0831			
1.27	0.050	112	23.824			72	15.453			48	10.376			
1.91	0.075	165	35.098			107	22.852			71	15.305			
2.54	0.100	70.31	220	46.694	66	142	30.244	43	95	20.316	29			
3.81	0.150	310	65.632			192	40.793			128	27.288			
5.08	0.200	105.46	405	85.572	81	258	54.695	52	169	35.942	34			
6.35	0.250	505	106.51			326	68.994			217	46.062			
7.62	0.300	596	125.51			385	81.378			257	54.485			
10.16	0.400	700	147.17			452	95.419			301	63.74			
12.70	0.500	778	163.38			502	105.88			334	70.674			

Observaciones:

Realizado :

INGMON SAC
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



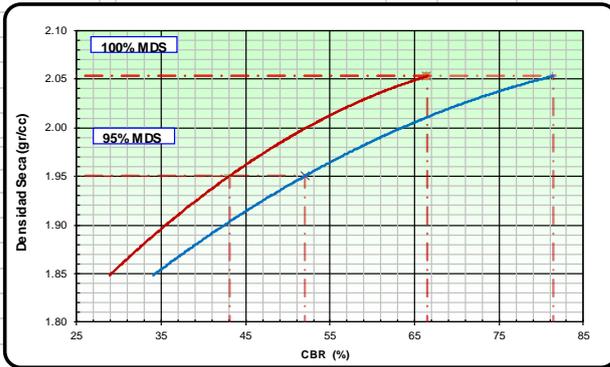
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO : Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"

CANTERA : C-1 UBICACIÓN : 50+000
MUESTRA : Organosilano 0.75 Kg/m³ N.F : N.P
PROF. (m) : 1.50 FECHA : 15/06/2016
HECHO POR : EMC

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

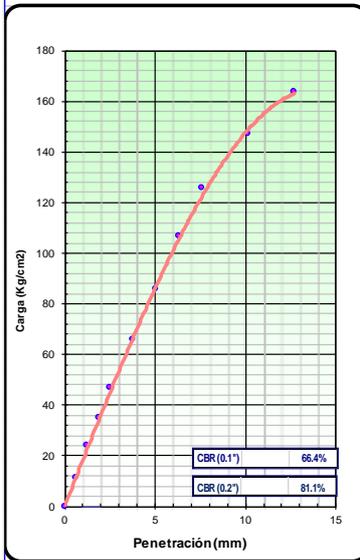
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.053
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 9.8
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm³) : 1.950

PORCENTAJE DEL CBR

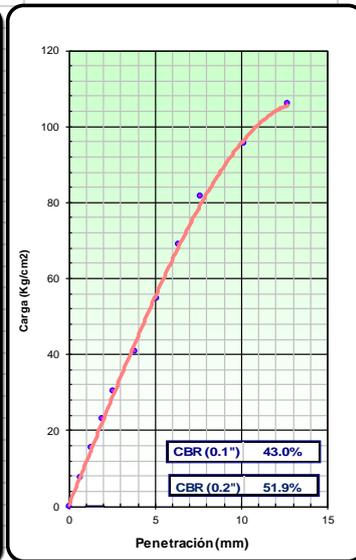
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 66.5	0.2": 81.4
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 43.0	0.2": 52.1

OBSERV.:

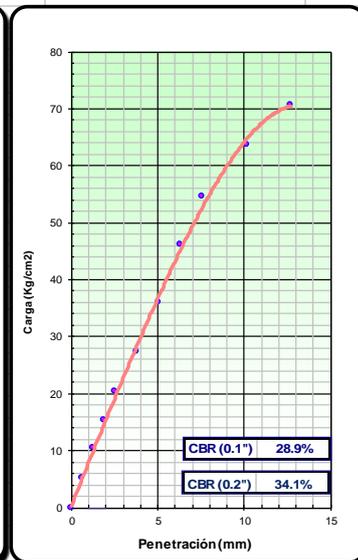
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Realizado :

INGMON S.A.C.
EDWIN DESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Silvia

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTCE 132, ASTM D1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliácridamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	50+000
MUESTRA :	Organosilano 1.00 Kg/m ³	N.F :	NLP
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	15/06/2016
		HECHO POR :	EMC

COMPACTACIÓN

Molde N°	09	02	01
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Condición de la muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8820.0	9829.0	9462.0
Peso de molde + base (g)	4061.0	5375.0	5221.0
Peso del suelo húmedo (g)	4759.0	4454.0	4241.0
Volumen del molde (cm ³)	2112.0	2087.0	2091.0
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.253	2.134	2.028
Tara (N°)	Tc-14	Tc-05	Tc-21
Peso suelo húmedo + tara (g)	471.78	422.64	467.23
Peso suelo seco + tara (g)	435.67	391.56	434.98
Peso de tara (g)	60.23	64.50	102.56
Peso de agua (g)	36.11	31.08	32.25
Peso de suelo seco (g)	375.44	327.06	332.42
Contenido de humedad (%)	9.62	9.50	9.70
Contenido de humedad (%)	9.62	9.50	9.70
Densidad seca (g/cm ³)	2.056	1.949	1.849

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
07-abr-15	16:30	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
08-abr-15	16:30	24	12	0.1	0.1	34	0.3	0.3	65	0.7	0.6
09-abr-15	16:30	48	15	0.2	0.1	43	0.4	0.4	75	0.8	0.6
10-abr-15	16:30	72	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
11-abr-15	16:30	96	0	0.0	0.0	110	1.1	0.9	0	0.0	0.0

PENETRACIÓN

PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N° 9				MOLDE N° 2				MOLDE N° 1			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	plg	kg/cm ²	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.00	0.00		0	0			0	0			0	0		
0.64	0.025		56	12.069			40	8.6825			23	5.0831		
1.27	0.050		123	26.232			85	18.202			48	10.376		
1.91	0.075		205	43.533			135	28.767			71	15.305		
2.54	0.100	70.31	268	56.8		81	180	38.263		54	97	20.739		29
3.81	0.150		363	76.679			239	50.653			132	28.133		
5.08	0.200	105.46	459	96.885		92	302	63.95		61	165	35.098		33
6.35	0.250		534	112.57			353	74.664			208	44.165		
7.62	0.300		610	128.43			395	83.476			242	51.327		
10.16	0.400		672	141.35			442	93.325			279	59.114		
12.70	0.500		712	149.67			488	102.95			314	66.472		

Observaciones:

Realizado :

INGMON S.A.C.

EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



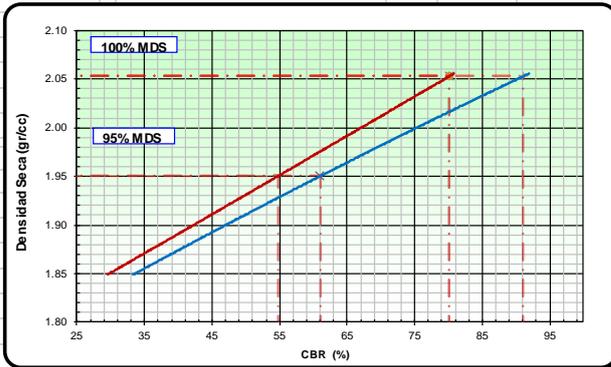
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO : Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"

CANTERA	: C-1	UBICACIÓN	: 50+000
MUESTRA	: Organosilano 1.00 Kg/m ³	N.F	: N.P
PROF. (m)	: 1.50	FECHA	: 15/06/2016
		HECHO POR	: EMC

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

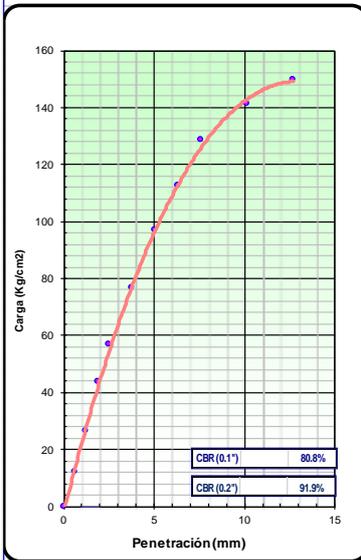
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:	2.053
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	9.8
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³)	:	1.950

PORCENTAJE DEL CBR

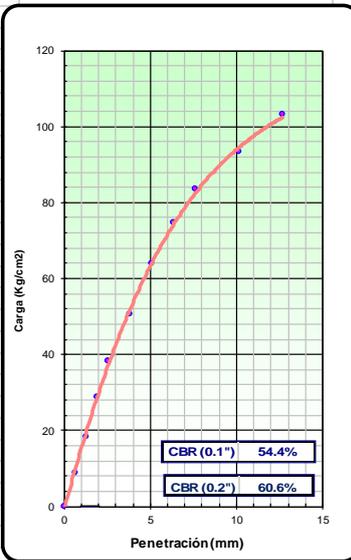
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	80.1	0.2":	91.1
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	54.8	0.2":	61.0

OBSERV.:

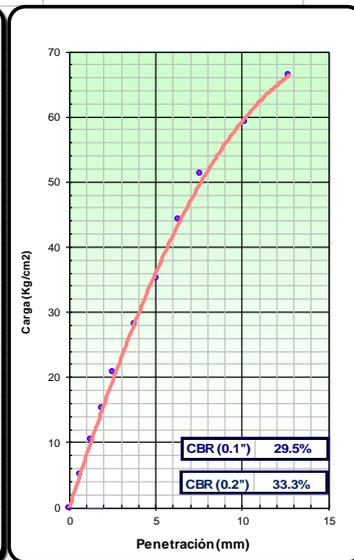
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Realizado :
INGMON S.A.C.
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :
Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

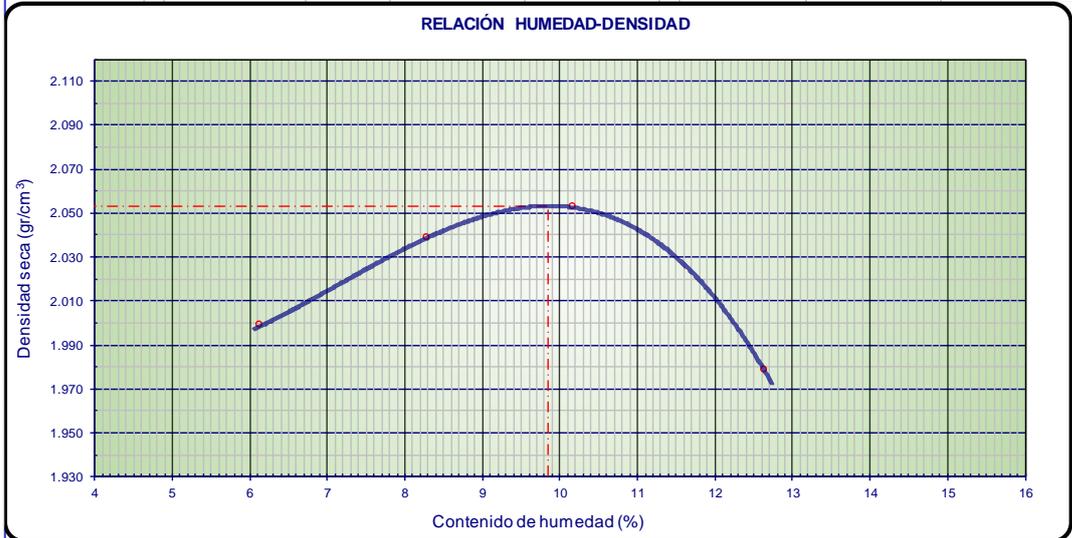
PROCTOR MODIFICADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DEL ENSAYO

PROYECTO :	Tesis de investigación "Propuesta de Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y				
MATERIAL :	CANTERA	UBICACIÓN :	50+000		
CALICATA :	-	N.F. :	-		
MUESTRA :	M-01	FECHA :	05/08/2015	MÉTODO :	
PROF. (m) :	--	HECHO POR :	E.M.C		C

Ensayo N°		1	2	3	4	
Número de Capas		5	5	5	5	
Golpes de Pisón por Capa		56	56	56	56	
Peso suelo húmedo + molde	gr.	9070	9252	9365	9295	
Peso molde + base	gr.	4605	4605	4605	4605	
Peso suelo húmedo compactado	gr.	4465	4647	4760	4690	
Volumen del molde	cm ³	2105	2105	2105	2105	
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	2.121	2.208	2.261	2.228	
Recipiente N°		6	8	15	21	
Peso del suelo húmedo+tara	gr.	467.0	330.0	390.0	490.0	
Peso del suelo seco + tara	gr.	440.0	304.8	354.0	435.0	
Peso de Tara	gr.	0.00	0.00	0.00	0.00	
Peso de agua	gr.	27.0	25.3	36.0	55.0	
Peso del suelo seco	gr.	440.0	304.8	354.0	435.0	
Contenido de agua	%	6.1	8.3	10.2	12.6	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.999	2.039	2.053	1.978	
					Densidad máxima (gr/cm ³)	2.053
					Humedad óptima (%)	9.8



Observaciones:

Realizado :  **INGMON S.A.C.**
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable : 
Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

**A.1. 1. 4. 4 CANTERA 50+00 CON ESTABILIZADOR QUIMICO
SULFONATADO**



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliácridamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	50+000
MUESTRA :	Sulfonato 0.15 Kg/m ³	NF :	N.P
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	30/05/2016
		HECHO POR :	EMC

COMPACTACIÓN

Molde N°	09	10	02
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Condición de la muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8910.0	8572.0	9675.0
Peso de molde + base (g)	4061.0	4152.0	5375.0
Peso del suelo húmedo (g)	4849.0	4420.0	4300.0
Volumen del molde (cm ³)	2112.0	2032.0	2087.0
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.296	2.175	2.060
Tara (N°)	Tc-20	Tc-17	Tc-23
Peso suelo húmedo + tara (g)	456.00	490.00	432.00
Peso suelo seco + tara (g)	421.00	460.00	398.98
Peso de tara (g)	65.90	63.05	63.40
Peso de agua (g)	35.00	30.00	33.02
Peso de suelo seco (g)	355.10	316.00	338.00
Contenido de humedad (%)	9.86	9.49	9.77
Contenido de humedad (%)	9.86	9.49	9.77
Densidad seca (g/cm ³)	2.090	1.987	1.877
	1.000	0.951	0.899

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
07-abr-15	16:30	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
08-abr-15	16:30	24	21	0.2	0.2	40	0.4	0.3	65	0.7	0.6
09-abr-15	16:30	48	26	0.3	0.2	51	0.5	0.4	78	0.8	0.7
10-abr-15	16:30	72	32	0.3	0.3	62	0.6	0.5	124	1.2	1.1
11-abr-15	16:30	96	0	0.0	0.0	67	0.7	0.6	134	1.3	1.2

PENETRACIÓN

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 9				MOLDE N° 10				MOLDE N° 2			
mm	plg		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.00	0.00		0	0			0	0			0	0		
0.64	0.025		35	7.624			21	4.6596			11	2.5415		
1.27	0.050		61	13.126			36	7.8357			22	4.8714		
1.91	0.075		86	18.414			51	11.011			32	6.9465		
2.54	0.100	70.31	110	23.486		33	65	13.973		20	39	8.4708		12
3.81	0.150		157	33.41			89	19.048			56	11.988		
5.08	0.200	105.46	199	42.269		40	112	23.909		23	72	15.453		15
6.35	0.250		221	46.905			129	27.5			81	17.278		
7.62	0.300		249	52.801			142	30.244			89	18.995		
10.16	0.400		275	58.272			160	34.044			100	21.373		
12.70	0.500		286	60.586			172	36.575			106	22.641		

Observaciones:

Realizado :

INGMON S.A.C.
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

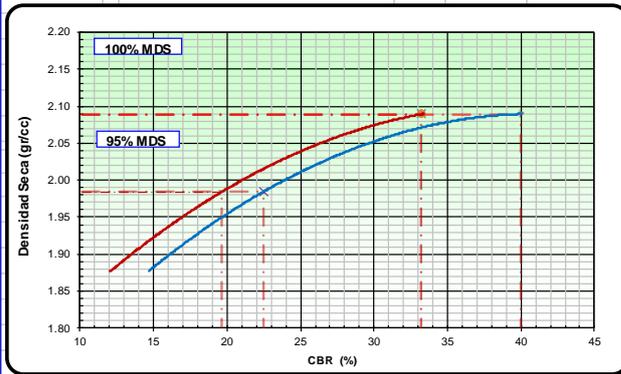


RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliácrlamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	50+000
MUESTRA :	Sulfonato 0.15 Kg/m ³	N.F. :	N.P
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	30/05/2016
		HECHO POR :	EMC

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

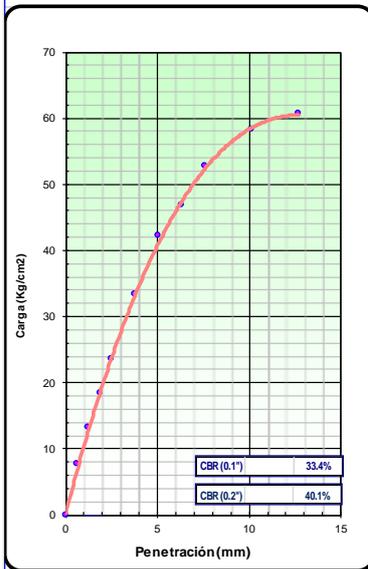
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) :	2.089
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	9.5
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³) :	1.985

PORCENTAJE DEL CBR

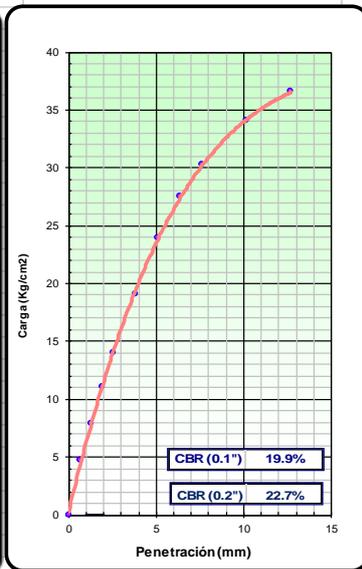
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 33.2	0.2": 40.0
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 19.6	0.2": 22.5

OBSERV.:

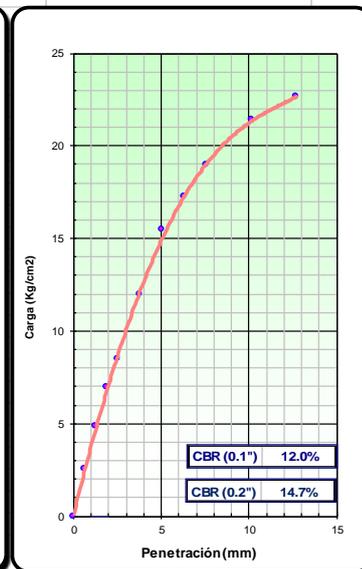
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Realizado :
INGMON S.A.C.
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :
Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Ponce - Kochayoc, departamento de Ancash"				
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	50+000		
MUESTRA :	Sulfonato 0.23 Kg/m ³	N.F :	N.P		
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	30/05/2016		
		HECHO POR :	EMC		

COMPACTACIÓN

Molde N°	10		13		15	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8910.0		8649.0		8558.0	
Peso de molde + base (g)	4152.0		4152.0		4152.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4758.0		4497.0		4406.0	
Volumen del molde (cm ³)	2087.0		2068.0		2137.0	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.280		2.175		2.062	
Tara (N°)	Tc-16		Tc-05		Tc-23	
Peso suelo húmedo + tara (g)	471.78		422.64		467.23	
Peso suelo seco + tara (g)	437.23		391.98		434.56	
Peso de tara (g)	59.90		69.07		103.25	
Peso de agua (g)	34.55		30.66		32.67	
Peso de suelo seco (g)	377.33		316.00		338.00	
Contenido de humedad (%)	9.16		9.70		9.67	
Contenido de humedad (%)	9.16		9.70		9.67	
Densidad seca (g/cm ³)	2.089		1.982		1.880	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
07-abr-15	16:30	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
08-abr-15	16:30	24	16	0.2	0.1	34	0.3	0.3	54	0.5	0.5
09-abr-15	16:30	48	17	0.2	0.1	42	0.4	0.4	68	0.7	0.6
10-abr-15	16:30	72	0	0.0	0.0	45	0.5	0.4	72	0.7	0.6
11-abr-15	16:30	96	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0

PENETRACIÓN

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 10				MOLDE N° 13				MOLDE N° 15			
mm	plg		CARGA Dial (div)	CORRECCION kg/cm ²	CORRECCION kg/cm ²	%	CARGA Dial (div)	CORRECCION kg/cm ²	CORRECCION kg/cm ²	%	CARGA Dial (div)	CORRECCION kg/cm ²	CORRECCION kg/cm ²	%
0.00	0.00		0	0		0	0			0	0			
0.64	0.025		54	11.645		33	7.2006			11	2.5415			
1.27	0.050		107	22.852		67	14.396			45	9.7408			
1.91	0.075		158	33.622		98	20.95			65	13.973			
2.54	0.100	70.31	208	44.165		63	130	27.711		39	80	17.145	24	
3.81	0.150		302	63.95		178	37.841			109	23.275			
5.08	0.200	105.46	370	78.232		74	221	46.905		44	136	28.978	27	
6.35	0.250		418	88.297		300	63.53			163	34.677			
7.62	0.300		478	100.86		350	74.034			178	37.841			
10.16	0.400		532	112.15		426	89.973			191	40.582			
12.70	0.500		594	125.09		478	100.86			205	43.533			

Observaciones:

Realizado :

INGMON S.A.C.
EDWIN OSAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



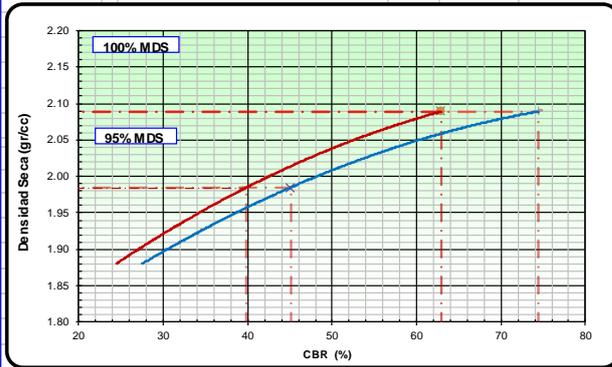
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO : Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliácridamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"

CANTERA	: C-1	UBICACIÓN	: 50+000
MUESTRA	: Sulfonato 0.23 Kg/m ³	N.F	: N.P
PROF. (m)	: 1.50	FECHA	: 30/05/2016
		HECHO POR	: EMC

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:	2.089
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	9.5
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³)	:	1.985

PORCENTAJE DEL CBR

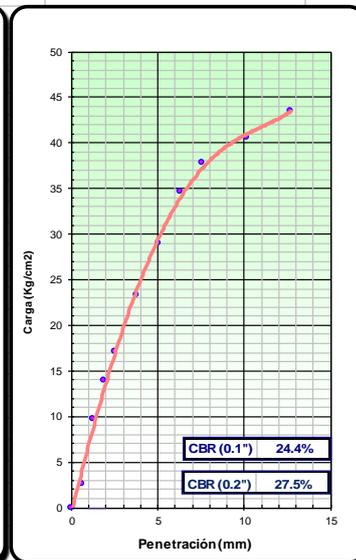
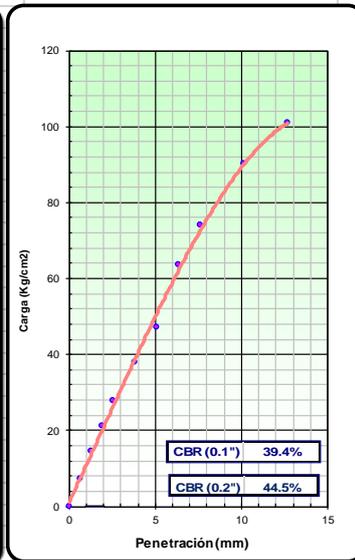
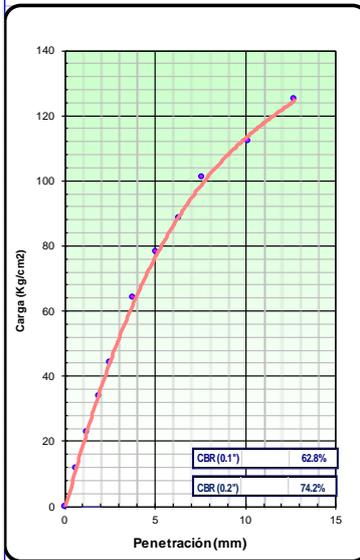
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	62.9	0.2":	74.4
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	39.8	0.2":	45.1

OBSERV.:

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Realizado :
INGMON S.A.C.
EDWIN CÉSAR MELGAR CÁRDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :
Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES



Tesis de Maestría en Ingeniería Vial
Ing. Silvia Monica Villanueva Flores

Área: Mecánica de Suelos,
Concreto y Asfalto

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T-193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Puncos – Kochayoc, departamento de Ancash"				
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	50+000		
MUESTRA :	Sulfonato 0.46 Kg/m ³	N.F :	N.P		
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	30/05/2016		
		HECHO POR :	EMC		

COMPACTACIÓN

Molde N°	10		13		15	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8925.0		8639.0		8549.0	
Peso de molde + base (g)	4152.0		4152.0		4152.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4773.0		4487.0		4397.0	
Volumen del molde (cm ³)	2087.0		2068.0		2137.0	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.287		2.170		2.058	
Tara (N°)	Tc-16		Tc-05		Tc-23	
Peso suelo húmedo + tara (g)	471.78		422.64		467.23	
Peso suelo seco + tara (g)	435.98		393.42		435.00	
Peso de tara (g)	59.90		69.07		103.25	
Peso de agua (g)	35.80		29.22		32.23	
Peso de suelo seco (g)	376.08		316.00		338.00	
Contenido de humedad (%)	9.52		9.25		9.54	
Contenido de humedad (%)	9.52		9.25		9.54	
Densidad seca (g/cm ³)	2.088		1.986		1.878	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
07-abr-15	16:30	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
08-abr-15	16:30	24	11	0.1	0.1	23	0.2	0.2	38	0.4	0.3
09-abr-15	16:30	48	14	0.1	0.1	32	0.3	0.3	41	0.4	0.4
10-abr-15	16:30	72	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
11-abr-15	16:30	96	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0

PENETRACIÓN

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 10			MOLDE N° 13			MOLDE N° 15		
mm	plg		CARGA Dial (div)	CORRECCION kg/cm ²	%	CARGA Dial (div)	CORRECCION kg/cm ²	%	CARGA Dial (div)	CORRECCION kg/cm ²	%
0.00	0.00		0	0		0	0		0	0	
0.64	0.025		79	16.934		48	10.376		30	6.5654	
1.27	0.050		138	29.4		84	17.991		52	11.19	
1.91	0.075		188	39.95		114	24.331		70	15.03	
2.54	0.100	70.31	247	52.38	74	150	31.933	45	92	19.682	28
3.81	0.150		315	66.682		191	40.582		117	24.965	
5.08	0.200	105.46	404	85.363	81	245	51.959	49	151	32.144	30
6.35	0.250		514	108.39		312	66.052		193	41.004	
7.62	0.300		602	126.76		365	77.182		225	47.747	
10.16	0.400		717	150.71		435	91.859		268	56.8	
12.70	0.500		806	169.19		489	103.16		301	63.74	

Observaciones:

Realizado :

INGMON SAC
EDWIN CESAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :

Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

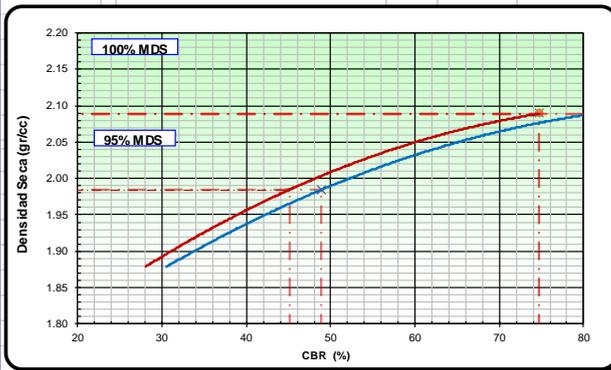


RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO :	Tesis de investigación "Estabilización de vías de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida anionica, organosilano y un sulfonato en el tramo Poncos – Kochayoc, departamento de Ancash"		
CANTERA :	C-1	UBICACIÓN :	50+000
MUESTRA :	Sulfonato 0.46 Kg/m ³	N.F :	N.P
PROF. (m) :	1.50	FECHA :	30/05/2016
		HECHO POR :	EMC

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PRÓCTOR MODIFICADO

MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	:	2.089
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	9.5
AL 95% DE LA MAX. DEN. SECA (g/cm ³)	:	1.985

PORCENTAJE DEL CBR

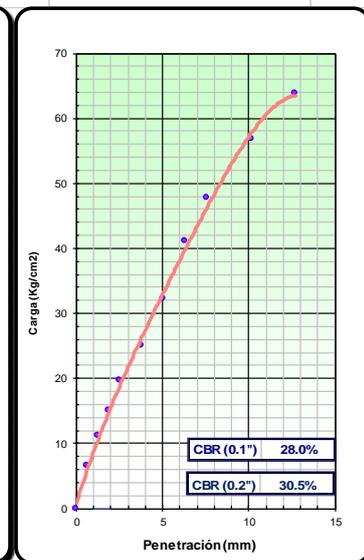
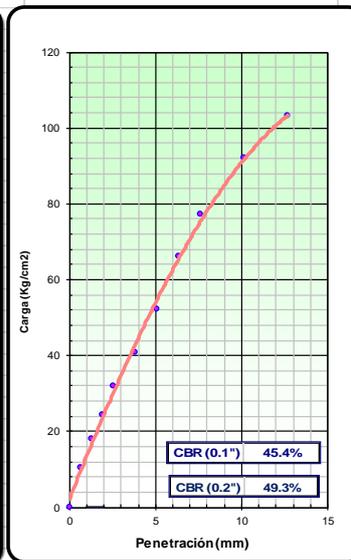
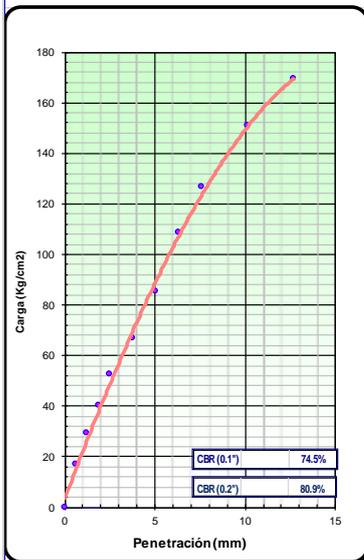
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	74.8	0.2":	81.2
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	45.1	0.2":	48.9

OBSERV.:

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Realizado :
INGMON SAC
EDWIN CÉSAR MELGAR CARDENAS
TEC. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Responsable :
Cargo: ING. RESPONSABLE DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Nombre: SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES

A. 1. 1. 5 ENSAYO INDICE DURABILIDAD



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Química y Textil
Laboratorio N° 21 - Investigación y Química Aplicada

INFORME TECNICO LAB.21-17-158

SOLICITANTE : ING. SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES
REGISTRO : S17-158

MUESTRA : M-1 + POLIACRIMILAMIDA ANIONIACA
Muestra identificada y proporcionada por el solicitante

TESIS : PROPUESTA DE ESTABILIZACION DE CARRETERAS DE
BAJO VOLUMEN DE TRANSITO EN LA SIERRA, SOBRE
LOS 2000 m.s.n.m., UTILIZANDO POLICRIMILAMIDA
ANIONICA, ORGANOSILANO, SULFONATADO.

ENSAYO : ANALISIS FISICOQUIMICO
FECHA : 06-09-17

REPORTE DE RESULTADOS

PARAMETRO	A. FINO	A. GRUESO
INDICE DE DURABILIDAD, %	40	60
MTCE214		

Atentamente,


ING. TEODARDO JAVIER CARDENAS MENDOZA
Jefe del LAB.21

Av. Túpac Amaru 210 - Lima 25 - Perú - Apto. 1301
Telefax: 481-0662 / Telefax: 481-7919
E-mail: jefaturalab.21@gmail.com



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Química y Textil
Laboratorio N° 21 - Investigación y Química Aplicada

INFORME TECNICO LAB.21-17-158

SOLICITANTE : ING. SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES
REGISTRO : S17-158
MUESTRA : M-1 + ORGANOSILANO
Muestra identificada y proporcionada por el solicitante
TESIS : PROPUESTA DE ESTABILIZACION DE CARRETERAS DE
BAJO VOLUMEN DE TRANSITO EN LA SIERRA, SOBRE
LOS 2000 m.s.n.m., UTILIZANDO POLICRIMILAMIDA
ANIONICA, ORGANOSILANO, SULFONATADO.
ENSAYO : ANALISIS FISICOQUIMICO
FECHA : 08-09-17

REPORTE DE RESULTADOS

PARAMETRO	A. FINO	A. GRUESO
INDICE DE DURABILIDAD, % MTCE214	35	40

Atentamente,

ING. TEODARDO JAVIER CARDENAS MENDOZA
Jefe del LAB.21



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Química y Textil
Laboratorio N° 21 - Investigación y Química Aplicada

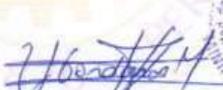
INFORME TECNICO LAB.21-17-158

SOLICITANTE : ING. SILVIA MONICA VILLANUEVA FLORES
REGISTRO : S17-158
MUESTRA : M-1 + SULFONATADO
Muestra identificada y proporcionada por el solicitante
TESIS : PROPUESTA DE ESTABILIZACION DE CARRETERAS DE
BAJO VOLUMEN DE TRANSITO EN LA SIERRA, SOBRE
LOS 2000 m.s.n.m., UTILIZANDO POLICRIMILAMIDA
ANIONICA, ORGANOSILANO, SULFONATADO.
ENSAYO : ANALISIS FISICOQUIMICO
FECHA : 08-09-17

REPORTE DE RESULTADOS

PARAMETRO	A. FINO	A. GRUESO
INDICE DE DURABILIDAD, % MTCE214	45	70

Atentamente,


ING. TEODARDO JAVIER CARDENAS MENDOZA
Jefe del LAB.21

Av. Túpac Amaru 210 - Lima 25 - Perú - Aptdo. 1301
Telefax: 481-0662 / Telefax: 481-7919
E-mail: jefaturalab.21@gmail.com

A.1 ENSAYOS

A.1.2 Ensayo de CBR e suelo estabilizado

El CBR en suelo estabilizado es el mismo procedimiento que ensayo de CBR en suelo natural, solo varia en el tiempo de curado, según información de proveedores a mayor tiempo de curado mejor es el resultado.

En la presente tesis se ha evaluado con curados a 7 días, con la finalidad de verificar el comportamiento.

En el manual del MTC soluciones básicas en carreteras no pavimentadas, indica un tiempo de curado de 7 días.

A.2 ESPECIFICACIONES TECNICAS

ESPECIFICACIONES TECNICAS

A.2.1 Especificaciones técnicas

En el manual de “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción”. (EG – 2013), señalas las especificaciones técnicas para estabilización con productos químicos, asi mismo la frecuencia de ensayos a realizar.

Especifica también que se debe hacer un tramo de prueba para verificar y ajustar los diseños.

Materiales, el cul indica que puede ser material proveniente de excavaciones, zonas de préstamo, agrgados locales o mezcla de ellos , libre de materia organica.

Granulometría, A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7.

Plasticidad, deberá presentar un Límite Líquido inferior a 40 y un Índice Plástico entre 6 a 12%,

Composición Química La proporción de sulfatos del suelo, expresada como SO₄ = no podrá exceder de 0,2% en peso.

Abrasión, deben tener un desgaste a la abrasión no mayor a 50%.

Solidez, altitud ≥ 3.000 m.s.n.m, los agregados gruesos no deben presentar pérdidas en sulfato de magnesio superiores al 18% y en materiales finos superiores al 15%.

Requerimientos de construcción

301.C.06 Explotación y elaboración de materiales

Al respecto, se aplica lo descrito en la Subsección 400.04.

301.C.07 Diseño de mezcla Previo al inicio de los trabajos, el Contratista entregará al Supervisor, muestras de los materiales que se propone utilizar y el diseño de mezcla, avaladas por los resultados de ensayos que demuestren la conveniencia de su utilización

301.C.08 Preparación de la superficie existente En relación con la preparación de la superficie existente, se aplicarán los procedimientos descritos en la Subsección 301.A.08.

301.C.09 Transporte de agregados

301.C.10 Homogenización del material

301.C.11 Aplicación del producto químico El producto químico se aplicará sobre el agregado en la proporción prevista en el diseño aprobado por el Supervisor, disuelto o no en agua.

301.C.12 Mezcla

En caso la mezcla sin compactar sea afectada por la lluvia, y el Contratista deba retirar la mezcla afectada, esta debe ser trasladada a un DME

301.C.13 Compactación

301.C.14 Juntas de trabajo

301.C.15 Curado Si el diseño aprobado considera la aplicación de un riego de curado

301.C.16 Apertura al tránsito El suelo estabilizado con productos químicos, sólo podrá abrirse al tránsito a la culminación del proceso de compactación o curado

Aceptación de los Trabajos

Especifica los controles y la frecuencia

Granulometría, Índice plástico, cada 750 m³

Relación DensidadHumedad, CBR, cada 500 m³

Compactación cada 250 m²

Abrasión, Durabilidad (2), cada 2,000 m³, este ultimo exigido en zonas con alturas mayor a 3,000 m.s.n.m.

Rugosidad Medida en unidades IRI, la rugosidad no podrá ser superior a 6 m/km,

A.2.1 Proceso constructivo, teniendo en cuenta información de los proveedores.

A.2.1.1 Estabilización con Polímero, poliacrilamina anionica - PolyCom

Requerimientos de equipos.

- Motoniveladora con escarificadores traseros
- Rodillos adecuados para lograr una compactación profunda.
- Camión Cisterna de agua (debe estar implementada con barras de presión de goteo o aspersión tipo ventilador de bajo nivel)
- Esparcidor en seco, tipo SEAL
- PolyCom polímero soluble al agua

Trabajos preliminares

Asegúrese de que el área a ser estabilizada ha sido inspeccionada y verificada para identificar cualquier servicio subterráneo, de ser el caso.

Asegúrese de que todos los trabajadores tengan los equipos correctos de protección y de seguridad y estén familiarizados con los procedimientos que se llevaran a cabo. Una charla antes del inicio del trabajo es importante para que todos entiendan el procedimiento de trabajo.

Pre-Tratamiento Si el material a tratar está húmedo y por encima del OCH (Óptimo Contenido de Humedad) el área tendrá que ser previamente trabajada.

El esparcido del material con una moto niveladora o estabilizador será requerido para acelerar el secado del material. El área destinada a estabilizarse necesita estar según la especificación y que no exceda el OCH. Asegúrese que todas las zonas que requieren mejoramiento de suelos sean ejecutadas antes del inicio de la estabilización.

Identificación del área a tratar

Marcar o identificar un área que se puede estabilizar utilizando el equipo de sitio dentro de un marco de tiempo razonable. Es decir, el área no debe ser tan grande que comienza a secarse antes de que la zona haya sido compactada. Si un área se seca demasiado, los resultados de compactación pueden variar y el área puede necesitar ser modificada. Generalmente, las áreas de hasta 500 metros cúbicos / se puede estabilizar fácilmente con el equipo estándar.* El área seleccionada debe ser estabilizada, el mezclado y la compactación deben completarse antes de continuar al siguiente tramo.

Instalación de PolyCom

- 1- Una vez que un área ha sido identificada (es decir, 500 metros cúbicos) el material debe ser escarificado.
- 2- Aplique un rociado ligero de agua – (si el suelo está seco).
- 3- Calcular el Polycom necesario para estabilizar el área (Una botella de 2Kg de Polycom por cada 50 metros cúbicos de material a tratar) y aplicar por aspersión en seco el producto de manera uniforme sobre toda el área preparada. Así, por ejemplo para 500 metros cúbicos, se necesitan 20 kilogramos de Polycom - (10 botellas)
- 4- Una vez que el PolyCom ha sido distribuido uniformemente - aplicar adicionalmente un riego ligero de agua. (Este segundo riego de agua disuelve el PolyCom y la zona está ahora lista para la mezcla)
- 5- Vuelva a escarificar el área.
- 6- Mezclar bien con la motoniveladora mientras se añade el agua requerida para llevar el material hasta el nivel deseado de humedad para la compactación.
- 7- Reconformar y compactar el material en forma convencional.

8- Después de culminar la compactación, se debe rociar agua y permitir que penetre en la capa estabilizada.

9- Después de que la superficie haya sido compactada un recorte final puede ser aplicado por la moto niveladora para eliminar cualquier ondulación, esto dependerá del acabado requerido. Si un recorte final se lleva a cabo, se debe efectuar nuevamente la compactación de la superficie con rodillo estático (sin vibración) adicionando ligeras cantidades de agua.

10- Se puede aplicar Slurry Seal en este punto, de acuerdo a la intensidad del tráfico.

11- Definición de equipos convencionales:

- Una motoniveladora de 12 pies, con escarificadores traseros
- Un camión cisterna mínimo de 10.000 litros de agua
- Una compactadora Rodillo Liso Vibratorio, mínimo 12 toneladas
- Una compactadora Pata de Cabra, mínimo 12 toneladas
- Un Rodillo Multi Neumático, mínimo 12 toneladas

A.2.1.2 Estabilización con Organosilano – TERRASIL

Dentro de este rubro está comprendida la habilitación del terreno por sectores para la aplicación y construcción del mejoramiento de la vía.

Terrasil.- Aditivo organosilano ionico, capaz de repeler el agua, y eliminar el hinchamiento y la absorción de suelos.

1. Escarificado del material existente
2. Aplicación del riego de Terrasil sobre el material de afirmado con la dosificación. Añadir la cantidad necesaria y previamente calculada de Terrasil en el agua necesaria de compactación.
3. Mezclado y homogeneización del material
4. Refino y compactado
5. Riego de imprimación o de sellado modificado con Terrasil. Aplicar riego de sellado Terrasil sobre el material terminado, con una dosificación de 1 Kg de Terrasil en 300 partes de agua y aplicar una cantidad de disolución resultante de 3 litros/m² en dos fases.

Equipos

Reclicadora

Motoniveladora

Cisterna de agua de 5000 glns

Rodillo Liso de 10 Tn

A.2.1.3 Estabilización con Sulfonato ISS2500

Escarificado de la base de rodado y acordonado del material en un costado de la vía en el Sector de Parada Esperanza

Mezclado del material una vez que se aplicó el riego de la solución agua - ISS 2500 hasta lograr homogeneidad en el material.

Se observa el material perfilado y extendido listo para ser compactado

Compactación con rodillo de la carpeta de rodado y finalización de los trabajos

A.3 COSTOS DE INVERSION Y MANTENIMIENTO ACTUAL

A.3. Costo de Inversion y mantenimiento actual

A.3.1 Costo de inversión

Longitud de via (km)	10,000.00
Area calzada (m2)	66,666.67
Volumen (m3)	10,000.00

Costo de Inversion

Concepto		costo Afirmado	costo Afirmado estabilizado
Obras preliminares			
Movimiento de tierras			
Pavimentos		500,000.00	1,200,000.00
Obras de arte y drenaje			
Señalización			
Transporte			
Impacto Ambiental			
Costos Directos		500,000.00	1,200,000.00
Gastos Generales	10%	50,000.00	120,000.00
Utilidad	5%	25,000.00	60,000.00
Sub Total General		575,000.00	1,380,000.00
IGV	18%	103,500.00	248,400.00
Presupuesto de Obra		678,500.00	1,628,400.00
Supervision de Obra	5%	25,000.00	60,000.00
Estudio Definitivo	6%	30,000.00	72,000.00
Total de Inversión		733,500.00	1,760,400.00
Costo US\$		225,692.31	541,661.54
Costo USS/Km		73,350.00	176,040.00

Descripción	Precios de Mercado
SIN PROYECTO	
Mant. Rutinario	5,701.67
Mant. Periódico	26,253.33
AFIRMADO	
Mant. Rutinario	11,403.33
Mant. Periódico	52,506.67
ESTABILIZADO	
Mant. Rutinario	2,126.67

Mant. Periódico 3,516.33

A.3. Costo de Inversion y mantenimiento actual

A.3.2 Costo de mantenimiento

1. Ccsto de mantenimiento rutinario

Sin Proyecto

Longitud	10000
Area m2	66666.67
m3	10000

Costo mantenimiento rutinario calzada x km (soles)	5,701.67
--	----------

Ccsto de mantenimiento periodico

Sin Proyecto

Longitud	10000
Area m2	66666.67

Costo mantenimiento periodico calzada x km (soles)	26,253.33
--	-----------

2. Ccsto de mantenimiento rutinario

Afirmado

Longitud	10000
Area m2	66666.67
m3	10000
% Reponer mant rutunario	0.25%
% Bacheos	15.00%

DESCRIPCIÓN	UNID. MED.	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	PRECIO PARCIAL
Mantenimiento en via, calzada				
Limpieza general de la plataforma	Km.		80.00	-
Limpieza de derrumbes y huaycos	M3		6.00	-
Bacheo de calzadas	M2	1,000.00	3.00	3,000.00
Lastrado	M2	1,000.00	9.00	9,000.00
Reposición de Pavimentos	M2	166.67	550.00	91,666.67
Trabajos de Obras de Arte				
Limpieza, mantenimiento				
			COSTO DIRECTO	103,666.67
			GASTO GENERAL (10%)	10,366.67
			Costo Total	114,033.33
Costo mantenimiento rutinario calzada x km (soles)				11,403.33

Ccsto de mantenimiento periódico

Afirmado			
Longitud			10000
Area m2			66666.67
% rutinario	Reponer	mant	1.00%
% Bacheos			18.00%

DESCRIPCIÓN	UNID. MED.	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	PRECIO PARCIAL
Mantenimiento en via, calzada				
Limpieza general de la plataforma	Km.	-	75.00	-
Limpieza de derrumbes y huaycos	M3		5.15	-
Bacheo de calzadas por tramos	M2	12,000.00	3.00	36,000.00
Lastrado (diferentes Tramos)	M2	12,000.00	9.00	108,000.00
Reposición de Pavimentos	M2	666.67	550.00	366,666.67
Desencalaminado	m2			
Trabajos de Obras de Arte				
Limpieza de cunetas, mant	MI	-	0.95	-
Conservación de Señales	UNID.		25.50	-
Canteras	Ha.	0.67	4,000.00	2,666.67
			COSTO DIRECTO	477,333.33
			GASTO GENERAL (10%)	47,733.33
			Costo Total	525,066.67
Costo mantenimiento periodico calzada x km (soles)				52,506.67

3. Ccsto de mantenimiento rutinario

Afirmado estabilizado

Longitud	10,000.00
Area m2	66,666.67
m3	10,000.00
% Reponer mant rutinario	0.02%
% Bacheos	1.50%

DESCRIPCIÓN	UNID. MED.	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	PRECIO PARCIAL
Mantenimiento en via, calzada				
Bacheo de calzadas	M2	1,000.00	3.00	3,000.00
Lastrado	M2	1,000.00	9.00	9,000.00
Reposición de Pavimentos	M2	13.33	550.00	7,333.33
			COSTO DIRECTO	19,333.33
			GASTO GENERAL (10%)	1,933.33
			Costo Total	21,266.67
Costo mantenimiento rutinario calzada x km (soles)				2,126.67

Ccsto de mantenimiento periòdico

Afirmado estabilizado

Longitud	10000
Area m2	66666.67
% Reponer mant rutinario	0.05%
% Bacheos	2.25%

DESCRIPCIÓN	UNID. MED.	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	PRECIO PARCIAL
Mantenimiento en via, calzada				
Bacheo de calzadas por tramos	M2	1,500.00	3.00	4,500.00
Lastrado (diferentes Tramos)	M2	1,500.00	9.00	13,500.00
Reposición de Pavimentos	M2	33.33	550.00	18,333.33
Desencalaminado	m2			
Canteras	Ha.	0.03	4,000.00	133.33
			COSTO DIRECTO	31,966.67
			GASTO GENERAL (10%)	3,196.67
			Costo Total	35,163.33
Costo mantenimiento periodico calzada x km (soles)				3,516.33

A.3. Costo de Inversion y mantenimiento actual

A.3.3 Costos de inversión y mantenimiento

En Soles a Precios Mercado

Año	Sin Proyecto		Afirmado		Afirmado Estabilizado	
	Inversión	Mantenimiento*	Inversión	Mantenimiento*	Inversión	Mantenimiento*
0	0		678,500		1,628,400	0
1		62,718.33		125,436.67		23,393.33
2		62,718.33		125,436.67		23,393.33
3		268,805.17		537,610.33		37,502.67
4		62,718.33		125,436.67		23,393.33
5		62,718.33		125,436.67		23,393.33
6		268,805.17		537,610.33		37,502.67
7		62,718.33		125,436.67		23,393.33
8		62,718.33		125,436.67		23,393.33
9		268,805.17		537,610.33		37,502.67
10		62,718.33		125,436.67		23,393.33

* Incluye costo de operación, el cual considera un 10% del costo de mantenimiento rutinario.

En Soles a Precios Sociales

Año	Sin Proyecto		Afirmado		Afirmado Estabilizado	
	Inversión	Mantenimiento*	Inversión	Mantenimiento*	Inversión	Mantenimiento*
0	0		575,000		1,380,000	0
1		53,151.13		106,302		19,825
2		53,151.13		106,302		19,825
3		227,800.99		455,602		31,782
4		53,151.13		106,302		19,825
5		53,151.13		106,302		19,825
6		227,800.99		455,602		31,782
7		53,151.13		106,302		19,825
8		53,151.13		106,302		19,825
9		227,800.99		455,602		31,782
10		53,151.13		106,302		19,825

* Incluye costo de operación, el cual considera un 10% del costo de mantenimiento rutinario.

A.3.4.Evaluacion Economica

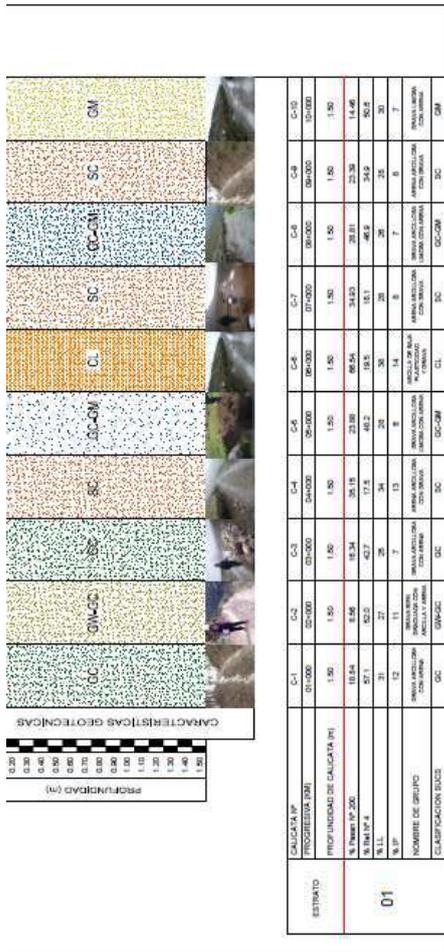
Longitud de via (km)	10,000.00
Area calzada (m2)	66,666.67
Volumen (m3)	10,000.00
Tasa de descuento	10%

Evaluacion economica - Afirmado (En Nuevos Soles)

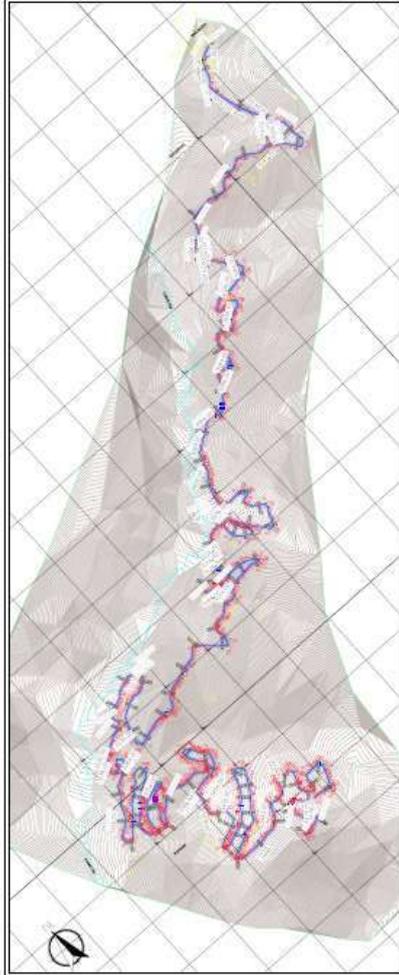
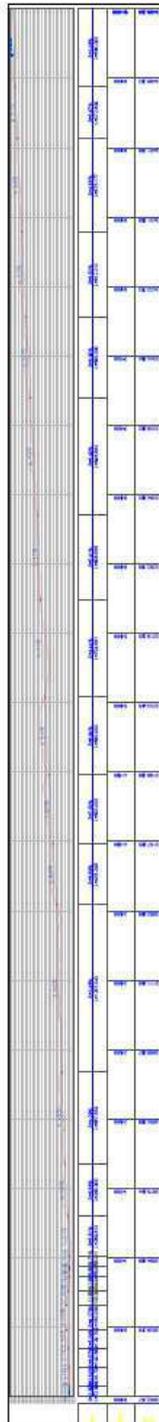
Afirmado			
Año	Inversión	Costo de Operación y Mantenimiento	Flujo de Costos
0	575,000.00		575,000.00
1		53,151.13	53,151.13
2		53,151.13	53,151.13
3		227,800.99	227,800.99
4		53,151.13	53,151.13
5		53,151.13	53,151.13
6		227,800.99	227,800.99
7		53,151.13	53,151.13
8		53,151.13	53,151.13
9		227,800.99	227,800.99
10	57,500	53,151.13	110,651.13
		VACTUAL	1,227,630.33
		VACTUAL (km)	122,763.03

Estabilizado			
Año	Inversión	Costo de Operación y Mantenimiento	Flujo de Costos
0	1,380,000.00		1,380,000.00
1		-33,326.27	-33,326.27
2		-33,326.27	-33,326.27
3		-196,019.07	-196,019.07
4		-33,326.27	-33,326.27
5		-33,326.27	-33,326.27
6		-196,019.07	-196,019.07
7		-33,326.27	-33,326.27
8		-33,326.27	-33,326.27
9		-196,019.07	-196,019.07
10	138,000	-33,326.27	104,673.73
		VACT	945,362.49
			94,536.25

A.4 PLANO PLANTA, PERFIL LONGITUDINAL Y PERFIL ESTRATIGRAFICO



PERFIL ESTRATIGRAFICO
Escala 1:100



LEYENDA

- LINEA AZUL: ALIENACION
- LINEA ROJA: ALIENACION
- LINEA VERDE: ALIENACION
- LINEA NARANJA: ALIENACION
- LINEA MORADA: ALIENACION

PROYECTO	CONSTRUCCION DE LA OBRERA PARA EL...
ESTADO	...
FECHA	...
ESCALA	...
PROYECTANTE	...
REVISOR	...
APROBADO	...
FECHA DE APROBACION	...

A.5 INFORMACION DE PRODUCTOS QUIMICOS - PROVEEDORES

A.5.1 Polímero- Poliacrilamina Anionica

Hoja de Datos de Seguridad del Material

Infosafe N° LPWGU

Fecha de expedición: Marzo 2011

Emitido por BIOCENTRAL
LAB. LTD

Nombre del Producto: POLYCOM COMPACTIÓN AND STABILISATION AID
No clasificado como peligroso

1. IDENTIFICACION DEL MATERIAL Y EL PROVEEDOR

Nombre del producto	POLYCOM COMPACTIÓN AND STABILISATION AID
Nombre de la Compañía	BIOCENTRAL LABORATORIES LTD
Dirección	22 Phillips Street Thebarthon SA 5031 Australia
Teléfonos de emergencia	Dentro de Australia 0415 824 608 Fuera de Australia +61 415 824 608
Tif. / Fax	Tif. 08 8234 8886 Fax 08 8234 8889
Usos recomendados	Aditivo para estabilización y compactación de suelos. El uso del producto involucra significativa dilución en agua (1000 - 6000: 1)
Información adicional	POLYCOM está aprobado por el Departamento Australiano de Salud del Oeste como un aditivo para compactación y supresor de polvo, dentro de áreas de captación de agua para consumo humano. Esta aprobación está sujeta a las siguientes condiciones: que POLYCOM sea usado en concordancia con las instrucciones de los fabricantes.

2. IDENTIFICACION DE PELIGROS

Clasificación de peligros	POLYCOM no está clasificado como peligroso. NO ES UNA SUSTANCIA PELIGROSA. PRODUCTO NO PELIGROSO. La clasificación de peligro va de acuerdo a los criterios de la Comisión Nacional Australiana de Seguridad y Salud Laboral (NOHSC). Clasificación de producto peligroso es de acuerdo a la Normatividad Australiana de productos peligrosos.
---------------------------	--

3. COMPOSICION/INFORMACION SOBRE INGREDIENTES

Ingredientes	Nombre	CAS	Proporción	Símbolo de riesgo	Frase de riesgo
	Ingredientes determinados como no peligrosos.		100%		

6. MEDIDAS ANTE DESCARGAS ACCIDENTALES	
Procedimientos de emergencia	El producto se pone resbaladizo cuando está húmedo o mojado. Aumentar la ventilación. Evacuar al personal que no cuente con protección. Utilizar suficiente protección respiratoria y equipo completo de protección para prevenir exposiciones. Barrer el material evitando la generación de polvo o humedecer con agua el material derramado para evitar que el polvo sea arrastrado por el aire, seguidamente transferir el material a un contenedor apropiado. Lavar las superficies con agua y con jabón en cantidad necesaria. Colocar todos los desechos o residuos en contenedores plásticos debidamente rotulados y sellados para el posterior reciclaje o eliminación apropiada. Eliminar los desechos de acuerdo a las regulaciones locales y nacionales vigentes. Si la contaminación de alcantarillas o canales ocurriese, informar a las autoridades locales que administran el servicio de agua y de desechos, de acuerdo con las regulaciones locales.
7. MANIPULACION Y ALMACENAMIENTO	
Precauciones para la manipulación segura	Usar el producto solamente en un área bien ventilada. Mantener los contenedores sellados cuando el producto no está en uso. Prevenir el desarrollo de polvo en el lugar de trabajo. Evitar la inhalación de polvo, y el contacto del producto con ojos y piel. Mantener altos estándares de higiene personal, lavándose las manos antes de los alimentos, de beber, de fumar o usar los servicios higiénicos.
Condiciones para el almacenamiento seguro	Almacenar el producto en un área fresca, seca, bien ventilada, alejada de la exposición directa a los rayos solares y la humedad. Almacenar en contenedores debidamente rotulados, resistentes a la corrosión. Mantener los contenedores firmemente cerrados. Almacenar lejos de productos químicos, agua u otros materiales incompatibles. Tener a mano apropiados extinguidores contra incendios cerca al área de almacenamiento. Asegurarse que las condiciones de almacenamiento cumplan con las regulaciones nacionales y locales aplicables.
8. CONTROL DE EXPOSICION / PROTECCION PERSONAL	
Exposición de personal	No se han establecido estándares de exposición para este material, sin embargo, los estándares de la Comisión Nacional Australiana para la Seguridad y Salud Laboral (NOHSC) para polvos no especificados de otra manera es 10 mg/m ³ .
Límites biológicos	No se han asignado límites biológicos al producto.

Controles de ingeniería	Usualmente no se requiere. Aplicación industrial: proveer suficiente ventilación para mantener los niveles de partículas en el aire lo más bajas posible. Donde se genere el polvo, particularmente en sitios cerrados, y donde la ventilación es inadecuada, se requiere un sistema de ventilación de escape local (la ventilación de escape local se usa para alejar vapores o humos con el fin de prevenir exposiciones durante la rutina de trabajo, o para mantener los vapores por debajo de los límites de exposición).
Protección respiratoria	Usualmente no se requiere. Aplicación industrial: Si los controles de ingeniería no son efectivos para controlar la exposición a material acarreado por el viento, entonces debe usarse un respirador aprobado, con un filtro de polvo / partículas reemplazable. La referencia puede hacerse a los estándares de Australia y Nueva Zelanda AS/NZS 1715, Selección, uso y mantenimiento de aparatos para protección respiratoria; y la norma AS/NZS 1716, Equipos de protección respiratoria, para hacer cualquier cambio necesario para circunstancias individuales.
Protección de ojos	No se requiere usualmente. Aplicación industrial: deben usarse anteojos de seguridad con protectores laterales o gafas protectoras para químicos. La elección final de la apropiada protección de rostro y ojos variará de acuerdo a las circunstancias individuales. Los aparatos de protección de ojos deben cumplir con la norma de Australia y Nueva Zelanda AS/NZS 1337 - Protectores de ojos para aplicaciones industriales.
Protección de manos	Usar guantes de material impermeable como de PVC. La elección final de los guantes variará de acuerdo a las circunstancias personales, métodos de manipuleo del material o de acuerdo a la evaluación de riesgo adoptada. Una referencia puede ser hecha a AS/NZS 2161.1: Guantes de protección laboral - Selección, uso y mantenimiento.
Protección corporal	Usualmente no se requiere. Aplicación industrial: ropa de trabajo protectora adecuada, como por ejemplo overoles de algodón abotonados en cuello y muñecas es recomendado. Mandil resistente a químicos es recomendado cuando se manipula grandes cantidades del material.

9. PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

Apariencia	Polvo azul/verde
Olor	Olor ligero
Punto de fusión	No disponible
Punto de ebullición	No aplicable
Solubilidad en agua	Mezclable
Gravedad específica	0.8
Valor del pH	6.9 a 25 °C (5000 : 1)
Presión de vapor	No aplicable
Densidad de vapor (Aire = 1)	No aplicable
Punto de inflamación	No aplicable
Inflamabilidad	No sólido combustible
Temperatura de auto-ignición	No aplicable

Límites inflamables - más bajos	No aplicable
Límites inflamables - más altos	No aplicable

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad química	Estable bajo condiciones normales de almacenamiento, transporte y manipuleo.
Condiciones a evitar	Acumulación de polvo y temperaturas extremas.
Materiales incompatibles	Agentes oxidantes.
Descomposición peligrosa del producto	No disponible.
Polimerización peligrosa	No ocurrirá.

11. INFORMACION TOXICOLOGICA

Información toxicológica	<p>Información de toxicidad (producto similar)</p> <p>LD50 (Oral, rat): > 5050 mg/Kg</p> <p>LD50 (Dérmico, rat) : > 2020 mg/Kg</p> <p>Irritación ocular primaria - Ojos no lavados:</p> <p>Categoría de toxicidad IV</p> <p>Marcador de irritación : 0.7</p> <p>Prácticamente no irritante.</p> <p>Irritación ocular primaria - Ojos lavados :</p> <p>Categoría de toxicidad IV</p> <p>Marcador de irritación: 1.3</p> <p>Prácticamente no irritante.</p> <p>Irritación dérmica primaria:</p> <p>Marcador de irritación primaria: 0.2</p> <p>Categoría de toxicidad IV.</p> <p>Irritante leve.</p>
Inhalación	La inhalación de polvo del producto puede causar irritación de la nariz, garganta y sistema respiratorio.
Ingestión	La ingestión de este producto puede irritar el tracto gástrico causando náuseas y vómito.
Piel	El contacto con la piel puede causar irritación mecánica, ocasionando enrojecimiento y picazón.
Ojos	El contacto con los ojos puede causar irritación mecánica. Puede resultar en abrasión leve.
Efectos crónicos	La exposición crónica por inhalación puede agravar desordenes respiratorios y pulmonares pre-existentes, como la bronquitis, enfisema y asma. El inicio y su evolución están relacionados a concentraciones de polvo y la duración de la exposición.

12. INFORMACION ECOLOGICA

Ecotoxicidad	Este producto es una poliacrilamida aniónica, lo que significa que no tiene
--------------	---

15. INFORMACION REGULADORA

Información reguladora	<p>Producto no clasificado como peligroso de acuerdo a criterios de la Comisión Nacional Australiana de Seguridad y Salud Laboral (NOHSC).</p> <p>No clasificado como un veneno específico, de acuerdo a los estándares para el Listado Uniforme de Medicinas y Venenos (SUSMP)</p>
Venenos planeados	No programado.

16. OTRAS INFORMACIONES

Fecha de preparación o última revisión de la MSDS	MSDS revisado en Marzo 2011 Supersedes: Julio 2007
Contacto personal / Punto	Biocentral Laboratories Ph, en horas de oficina 08 8234 8886

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 o/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 aptos 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.

A.5.2 Derivado Organosilano



Ficha de Datos de Seguridad

De conformidad con el Reglamento OSHA y el Reglamento Europeo estándar

1. Identificación de la sustancia y de la empresa

Nombre del producto: TERRASIL® / TERRASIL®
 Compañía: Zydex Industries

106, Kitty Hawk Dr.,
 Morrisville, NC 27560
 Phone +1 (919) 544 3131
 USA

2. Composición/Información sobre los componentes

Organosilanos:	65-70%
Alcohol bencílico (CAS #100-51-6):	25-27 %
Etilenglicol (CAS #107-21-1):	3-5%

3. Identificación de los peligros

Clasificación de la sustancia o de la mezcla (HMIS)

Salud	1
Flamabilidad	0
Peligros físicos	1

Efectos potenciales sobre la salud

Ojos:	Puede causar irritación
Cutáneo:	Puede causar irritación
Inyección:	Puede causar molestia gastrointestinal
Inhalación:	Puede causar irritación del sistema respiratorio

4. Primeros auxilios

La persona debe retirarse de la fuente de exposición. Consultar a un especialista, mostrar la ficha de seguridad.

En caso de contacto con la piel o la ropa: Quitar la ropa, eliminar lavando con agua el área afectada durante al menos 10-15 minutos. Consultar a un especialista.

En caso de contacto con los ojos: Quitar las lentes de contacto. Lávese a fondo con agua tibia abundante durante al menos 10-15 minutos y consulte al especialista.

En caso de inhalación: Consultar al especialista.

5. Medidas de lucha contra incendios

Punto de inflamación > 70 ° C (167 ° F)

Temperatura de autoignición: 399 ° C (750 ° F)

Medios de extinción:

Información general	El producto es soluble en agua. Los contenedores pueden generar presión si se exponen al calor y/o llamas. Utilizar equipo de respiración autónomo para la lucha contra el fuego (aprobado por la MSHA/NIOSH o equivalente), y vestimenta apropiada. Los vapores pueden difundir hasta una fuente de ignición e incendiarse de nuevo. Se quemará si hay un fuego cercano. Los líquidos inflamables pueden provocar vapores que formen mezclas explosivas a temperaturas superiores al punto de inflamación. Utilizar agua pulverizada para mantener los contenedores expuestos al fuego frescos. Los contenedores pueden explotar en contacto con el fuego.
Medios de extinción	En caso de fuegos pequeños, utilizar polvo seco, dióxido de carbono, agua pulverizada o espuma resistente al alcohol. En caso de fuegos grandes, utilizar agua pulverizada o espuma resistente al alcohol. El agua pulverizada puede utilizarse para enfriar los contenedores cerrados.

6. Medidas en caso de vertido accidental

Precauciones relativas al medio ambiente	No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado.
Métodos y material de contención y limpieza	Contener y recoger el derrame con un material absorbente y eliminarlo de acuerdo a las regulaciones locales y estatales. Limpiar con agua.
Precauciones personales, equipo de protección	Utilizar guantes y gafas de seguridad para el manejo del derrame.
Manipulación	Asegurar la manipulación en una zona bien ventilada.
Protección en caso de incendio	Retirar del calor y la fuente de ignición. Retirar de las chispas.

7. Manipulación y almacenamiento

Exposición a la humedad	El producto reacciona con la humedad y genera material polimérico.
Manipulación	Lavar exhaustivamente tras la manipulación. Utilizar únicamente en lugares bien ventilados. Usar equipamiento a prueba de chispas y explosiones. Evitar el contacto con los ojos, la piel y la ropa. Los contenedores vacíos pueden retener residuos del producto y constituir peligro. Mantener los contenedores cerrados y alejados de las chispas, fuego o calor. Evitar la ingestión y/o inhalación. No presurizar, cortar, taladrar o exponer los contenedores vacíos al calor, chispas o llamas.
Almacenamiento	Mantener alejado del calor, chispas y llamas. Mantener alejado de fuentes de ignición. Almacenar en contenedores cerrados y mantener alejado de materiales oxidantes. Almacenar en un lugar bien ventilado y fresco, lejos de materiales incompatibles (como por ejemplo, materiales inflamables). No almacenar cerca de percloratos, peróxidos, ácido crómico o ácido nítrico.

8. Controles de exposición/Protección individual

Controles técnicos apropiados: Utilizar materiales a prueba de explosión con ventilación. Los lugares de almacenamiento y manipulación deben estar equipados con lavabo de ojos y ducha de seguridad. Utilizar ventilación necesaria para mantener los valores de vapor en aire por debajo del límite permitido.

OSHA PELs: Etilenglicol: 1000 ppm TWA; 1900 mg/m³ TWA

Equipo de protección personal

Protección de los ojos/cara	Utilizar gafas de seguridad aprobadas por el reglamento OSHA (29 cfr 1910.133) o estándares europeos (EN166)
Protección de la piel	Manipular con guantes adecuados para evitar el contacto con la piel.
Protección corporal	Llevar equipamiento de protección adecuado para evitar el contacto con la piel.
Protección respiratoria	Usar un respirador testado y aprobado bajos los estándares apropiados: OSHA 29 CFR 1910.134 y ANSI Z88.2 o EN 149 (EU).

9. Propiedades físicas y químicas

Estado	Líquido
Color	Amarillo pálido
Punto de inflamación	> 75 ° C
Peligro de explosión	Desconocido
Densidad	1.01 g/mL
Solubilidad	Miscible con agua
pH	Disolución al 10%: neutra o ligeramente ácida
Viscosidad	100 – 500 cps a 25 ° C

10. Estabilidad y reactividad

Estabilidad química	Estable en condiciones normales de presión y temperatura.
Condiciones que deben evitarse	Materiales incompatibles, fuentes de ignición, calor excesivo, oxidantes.
Materiales incompatibles	Oxidantes fuertes, ácidos y bases.
Productos de descomposición peligrosa	No se produce polimerización peligrosa

11. Información toxicológica

Efectos de sobre exposición: No disponible

Carcinogenia: No disponible

Neuro-toxicidad: No disponible

12. Información ecológica

Eco-toxicidad: información específica no disponible.

13. Consideraciones relativas a la eliminación

El departamento encargado de la eliminación de residuos deberá determinar si el producto químico desechado es considerado peligroso de acuerdo a los reglamentos locales y estatales. Además, dicho departamento debe actuar de acuerdo a dichos reglamentos, y asegurar el cumplimiento riguroso de los mismos.

14. Información relativa al transporte

El producto no constituye una sustancia peligrosa para el transporte nacional/internacional por vía terrestre, marítima o aérea.

DOT Transporte terrestre	No aplica UN-No: 9003 Grupo de empaquetado: No regulado Nombre para distribución: Disolución en alcohol bencílico
IMDG-Transporte marítimo	No aplica UN-No: 9003 Grupo de empaquetado: No regulado Nombre para distribución: Disolución en alcohol bencílico
ICAO-TI/IATA-DGR- Transporte aéreo	No aplica UN-No: 9003 Grupo de empaquetado: no regulado Nombre para distribución: Disolución en alcohol bencílico

15. Información reglamentaria

EEUU: (TSCA): Todos los componentes están incluidos en el inventario TSCA

UE: (EINECS): 263-413-7

16. Información adicional

La información contenida arriba se considera correcta pero no pretende ser exhaustiva y deberá utilizarse únicamente de forma orientativa. La información contenida en este documento está basada en nuestro conocimiento actual, y es aplicable a las precauciones de seguridad apropiadas para el producto. No presenta ninguna garantía de las propiedades del producto. Cada usuario deberá revisar y aplicar las recomendaciones específicas y determinar su adecuación o no a las regulaciones y condiciones locales y estatales. *BREM ENVIRONMENTAL SOLUTIONS SAC* no responderá por ningún daño resultante de la manipulación o contacto con el producto indicado arriba.

A.5.3 Derivado Sulfonado



FICHA TECNICA

ROAD MATERIAL STABILISER PERU S.A.C
Distribuidores del **ISS 2500 Estabilizador Iónico de Suelos.**

HOJA DE SEGURIDAD DEL PRODUCTO SOLO CONCENTRADO*

A. Información General	NOMBRE COMERCIAL:	ISS 2500 Ionic Soil Stabilizer
	NOMBRE QUIMICO / SINÓNIMO:	Petroquímicos sulfonados, acetilinsolubles en agua, resinas cambiadoras de iones.
B. Medidas de Primeros Auxilios	OJOS / PIEL:	Lavar con abundante agua. Para ojos, hacerlo continuamente durante 15 minutos si persiste la irritación obtenga atención médica
	INGESTIÓN:	No inducir el vómito si está consciente, dar varios vasos de leche (preferentemente) o agua
	INHALACIÓN:	Trasladar a un lugar ventilado: si respira con dificultad, dar oxígeno si está disponible
	OBTENGA AYUDA MEDICA SI EXISTE CONTACTO CON OJOS, INGESTIÓN O INHALACIÓN	
C. Riesgos a la Salud (solo durante la fabricación)	PIEL:	El contacto prolongado puede causar quemaduras leves
	OJOS:	El contacto con el líquido puede causar irritación o quemaduras corneales. El contacto con la brisa puede irritar o quemar.
	INGESTIÓN:	Puede causar irritación y quemaduras en boca, garganta y estómago.
	INHALACIÓN:	La inhalación de brisa puede causar irritación o quemaduras en la parte superior del sistema respiratorio, incluyendo nariz, boca y garganta.
	TOXICIDAD CRÓNICA INUSUAL: CONCENTRACIÓN PERMISIBLE EN EL AIRE:	1. Erosión dental; 2. Enrojecimiento de piel; 3. Conjuntivitis; 4. Gastritis 1 mg/m ² (como H ₂ SO ₄) (OSHA)
D. Precauciones NO FLAMABLE	AGENTES EXTINGUIDORES DE FUEGO	Si está envuelto en fuego, use agua. Si solo está presente una pequeña cantidad de combustibles sofoque con polvo químico seco.
	RECOMENDADOS: PRECAUCIONES DE COMBATE DE FUEGO:	Utilice cortina de agua cerca del recipiente roto para evitar salpicaduras.
	VENTILACIÓN:	No se requiere almacenar al aire libre. Puede requerir de un sistema mecánico de descarga adjunto al área de almacenaje.
	MANEJO NORMAL:	Evitar el contacto con los ojos, sobre la piel o la ropa. No inhalar la brisa o vapores. Usar ventilación adecuada.
	ALMACENAJE:	CUANDO SE ESTE DILUYENDO, SIEMPRE AGREGAR AGUA SOLAMENTE. Usar equipo de protección como se describe en el punto E. Tiempo de vida ilimitado. Proteja los recipientes contra daños físicos. Almacene bajo cubierta. Proteja de la luz solar directa y del congelamiento.
	DERRAME O FUGA:	SIEMPRE USAR EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL. Diluya fugas o derrames con agua abundante. Si está en un área confinada, neutralice los residuos con un alcali tal como ceniza de sodio o lima. Requiere adecuada ventilación debido al posible desprendimiento de dióxido de carbono.

	PRECAUCIONES ESPECIALES: PROCEDIMIENTOS ESPECIALES: INSTRUCCIONES DE MARCADO:	Vea datos de reactividad. Vea datos de reactividad. Irritante. Levemente corrosivo.
E. Equipo de Protección Personal (solo durante la fabricación)	PROTECCIÓN RESPIRATORIA: OJOS / CARA: MANOS, BRAZOS Y CUERPO: OTROS EQUIPOS Y ROPA:	Requerida si hay brisa presente. Gafas protectoras o careta completa. La ropa de hule es recomendable. Hule.
F. Datos Físicos	MATERIAL: APARIENCIA / OLOR: GRAVEDAD ESPECÍFICA: pH: SOLUBILIDAD EN AGUA:	Líquido. 100% orgánico. Aceitoso, color oscuro/rojizo, con olor característico. H ₂ O = 1.0 > 1.15 min. < 2 Completamente soluble.
G. Datos de Reactividad	ESTABILIDAD: NO OCURRE POLIMERIZACIÓN PELIGROSA INCOMPATIBILIDAD (material a evitar): CONDICIONES A EVITAR: PRODUCTOS DE LA REACCIÓN:	Estable. No afectado por la luz o temperatura extremas. El contacto con metales reactivos como el zinc dará como resultado la formación de hidrógeno. Las altas temperaturas prolongadas arriba de los 300 °C, evaporan eventualmente el agua y podría producirse desprendimiento de trióxido de sulfuro. Trióxido de sulfuro - vea punto anterior.
H. Ingredientes Peligrosos (solo durante la mezcla)	COMPONENTES: CAS N°: MASA (%): DATOS DE RIESGO:	Ester de ácido sulfúrico < 9% 7664-93-9 23 Vea el punto 3
I. Medio Ambiente NO TÓXICO	EPA SUBSTANCIAS PELIGROSAS: TOXICIDAD EN AGUA: DEGRADACIÓN: MÉTODOS DE ELIMINACIÓN DE MERMAS:	Clear Water Act Section 311. Rand Water Report 1997-06-10 con base en el método USEPA (1991). Vea métodos de eliminación de mermas en el siguiente punto. Diluya para agregar, regar según las instrucciones del fabricante.
J. Referencias	CONCENTRACIÓN PERMISIBLE, REF: NORMA REGULADORA: GENERAL:	Norma OSHA (H ₂ SO ₄) a 29 CFR 1910.1000 (1981). Clasificación DOT: Levemente corrosivo. Irritante. Referase al distribuidor o fabricante.
K. Información Adicional	SEGURIDAD / TRANSPORTE:	WGK 0 + RTECS WS 5600000 + R: 34/36/37/38 S: 2-24-25-26-36-37-39 + EC No: 016-020-00-8 + Eliminación: 12 EINECS No: 2316395 + GGVE/GGVS: 8/1 b + RID: 8/1 b + ADR: 8/1 b Cat. De empaque: B (plástico) UN 1H1/Y1.6/100/00 ZACT 445 + HS No: 3914.00.90.00

Esta hoja de seguridad del producto se ofrece únicamente para su información, consideración e investigación. Todas las pruebas son hechas por laboratorios internacionalmente

* La Hoja de seguridad del Producto aplica únicamente al producto CONCENTRADO. Cuando el ISS 2500 se diluye para su aplicación, no es mas nocivo que el agua y lo arriba descrito no es aplicable.

Based on the results obtained from the sample submitted and analysed, ISG 2500® complies with the requirements to be deemed environmentally safe and if handled according to procedures set by the supplier should not pose any hazard to health or environment.

This certificate may not be used to commercially promote ISG 2500®. SGS reserves the right to withdraw the approval of any product at any time or for any reason it deems appropriate.

SIGNED at Springs on this 30th DAY of November 2000

SGS SOUTH AFRICA (PTY) LTD
An affiliate of Société Générale de Surveillance S.A.



M. Botha
BRANCH MANAGER
(AGRICULTURAL & FOOD SERVICES)

FICHA TÉCNICA

Road Material Stabilizers
(Pty) Ltd

1985004184/07
PO Box 84513 Greenside
2034 Johannesburg Gauteng
Republica de Sudáfrica

Tel 27 (0)11 646 4982
Factory 27 (0)11 826 1144
Fax 27 (0)11 646 3713

E-mail rmschile@123.cl
Website www.rmschile.cl

ESTABILIZADOR IÓNICO DE SUELOS ISS 2500

FECHA: 02/005/2004
REVISADA: 19/01/2005

DESCRIPCIÓN: ISS 2500 es un estabilizador electroquímico apto para mejorar suelos de baja calidad estructural para su uso en la construcción de carreteras sin necesidad de reemplazos.		DOSIS: % pasa Tamiz No. 200 < 10%: 0,03 Lt/M ² Para suelos de alta plasticidad 0,04 Lt/M ² (Consultar a RMS Chile antes de su uso)									
BENEFICIOS: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Método de construcción y conservación económica para uso en caminos de tierra y/o superficies ✓ Puede usarse agua salada para la dilución de ISS 2500 ✓ Incremento de la densidad de compactación y la capacidad de soporte ✓ Uso de materiales in situ ✓ No se requiere equipo especializado ✓ El tratamiento es permanente ✓ Los caminos pueden abrirse al tráfico inmediatamente ✓ Reducido costo en comparación a métodos tradicionales de estabilización 											
PREPARACIÓN: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Revisar si los suelos cuentan con las características para la aplicación de ISS 2500 ✓ Llenar el camión aljibe con agua y luego añadir la cantidad necesaria de la ISS 2500 											
APLICACIÓN: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Escarificar área a 15 - 20 cm de profundidad ✓ Los terrones grandes reducirlos a un máximo de 50 mm ✓ Añadir la cantidad necesaria de ISS directamente a un aljibe de agua necesaria para llevar el material de contenido óptimo de humedad (W_{opt}) para la compactación. Si el material está en W_{opt}, una cantidad mínima de 1 litro agua/M² ✓ Rocíe la mezcla de la ISS de agua sobre toda el área en varias pasadas ✓ Mezclar el material hasta lograr su Humedad Óptima (W_{opt}) ✓ En caso de ser necesaria más humedad después de la aplicación de la ISS para lograr W_{opt}, utilice agua limpia ✓ En la W_{opt}, el área debe ser nivelada y compactada a la densidad requerida ✓ El Material estabilizado con ISS 2500 debe ser regado dos veces al día durante tres días al finalizar su aplicación. Realizar saneamiento para escurrimiento de agua 											
CARACTERÍSTICAS: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 20%;">Apariencia</td> <td>- Aceitoso y oscuro, Olor característico</td> </tr> <tr> <td>Peso Específico</td> <td>- 1.14 @ 25°C</td> </tr> <tr> <td>pH</td> <td>- < 2</td> </tr> <tr> <td>Diluyente</td> <td>- Agua</td> </tr> </table>				Apariencia	- Aceitoso y oscuro, Olor característico	Peso Específico	- 1.14 @ 25°C	pH	- < 2	Diluyente	- Agua
Apariencia	- Aceitoso y oscuro, Olor característico										
Peso Específico	- 1.14 @ 25°C										
pH	- < 2										
Diluyente	- Agua										
HAZARDS: Fuego: - No inflamable Explosión: - No explosivo piel - El contacto prolongado puede causar quemaduras leves Ingestión - Perjudicial Eyes - Puede causar irritación o quemadura en la cornea		PRECAUCIONES: - - Usar ropa de protección para piel sensible. No ingerir Evitar salpicaduras									
		PRIMEROS AUXILIOS: - - Lavar No inducir al vomito* Lavar con agua 20 minutos* * (Consultar a un médico)									
ALMACENAMIENTO: Almacene cubriendo los tambores de la exposición directa al sol Temperatura de almacenamiento - 5-60°C Temperatura de transporte - 5-60°C		ENVASADO/ETIQUETADO: Envases: - Tambores plásticos de 100/210 litros Etiquetas: - Detalles de la empresa y números de contacto									

S