



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Optimización de Afirmado para Pavimentación, de las Canteras “Elías” y  
“Dulong” adicionándole Cal”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

CHRISTOPHER GEORGE ANGEL MENDEZ SALDARRIAGA

ASESORA:

ING. ERIKA MAGALY MOZO CASTAÑEDA

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

ADMINISTRACIÓN Y SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

CHIMBOTE – PERÚ  
2018



**ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS**

Código : F07-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 2 de 69

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a) MENDEZ SALDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL cuyo título es: OPTIMIZACIÓN DE AFIRMADO PARA PAVIMENTACIÓN, DE LAS CANTERAS "ELÍAS" Y "DULONG" ADICIONÁNDOLE CAL.

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el/los estudiante(s), otorgándole(s) el calificativo de: 13 (número) TRECE (letras).

Chimbote, lunes, 3 de septiembre de 2018

  
.....  
Mgtr. MOZO CASTAÑERA ERIKA MAGALY

PRESIDENTE

  
.....  
Mgtr. DÍAZ GARCÍA GONZALO HUGO

SECRETARIO

  
.....  
Mgtr. QUEVEDO HARO ELENA CHARO

VOCAL

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

## AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer profundamente a mi Madre July Saldarriaga Montañez y a mi Padre Cesar Mendez Roblez y a toda mi familia, por inculcarme valores y enseñanzas que me fortalecen para mi vida ya que sin ayuda de ellos no podría realizar esta tesis.

Mis amigos, asesores, Ing Morillo quienes confiaron en mí y me apoyaron en el transcurso de mi formación profesional, gracias a ellos tuve el valor de salir adelante superando obstáculos y cumpliendo cada meta trazada, así mismo a mis compañeros que me apoyaron con el único

fin de culminar satisfactoriamente esta tesis, la cual fue llevado a cabo con mucho esfuerzo y dedicación.

También a mis docentes y mis amigos de la universidad, quienes me brindaron todo su conocimiento y experiencia, en la cual me enfoco lograr una meta y ser un buen profesional.

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Christopher George Angel Mendez Saldarriaga con DNI N° 71704806, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

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

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Chimbote, 28 de noviembre del 2016.



**Christopher George Angel Mendez Saldarriaga**  
D.N.I. 70014004

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada "OPTIMIZACIÓN DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG ADICIONANDOLE CAL", la cual tiene como objetivo general Determinar la proporción óptima de cal para mejorar las propiedades física-mecánicas de afirmado para pavimentación, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil.

La presente tesis presenta los siguientes capítulos:

En el capítulo I se presenta el planteamiento de la investigación, la realidad problemática, los trabajos previos, la justificación, los alcances y limitaciones de la misma, además de las teorías relacionadas al tema. También los objetivos generales y específicos y formulación de problema. Se abordan los aspectos metodológicos. En el capítulo II se describen las fases del proceso de investigación tipos de estudios, diseño de investigación, se precisan las variables y su operacionalización. Adicionalmente, se explica la población, la muestra y los criterios para su elección. Igualmente, se proponen las técnicas e instrumentos para la recogida y procesamiento de la información, la validación y confiabilidad del instrumento, los métodos de análisis de datos y se tratan los criterios que se utilizaran para garantizar la calidad y ética de la investigación.

En el capítulo III se determinan los resultados, donde se representan por tablas y gráficos que son obtenidas por los resultados obtenidos de los ensayos. Cada tabla y gráfico tiene una interpretación bien detallada.

En el capítulo IV se aparece la discusión, donde exponen, se explican y se discuten los resultados de la investigación con las teorías y los antecedentes presentados en el marco referencial. En el capítulo V se producen las conclusiones, donde se presentan los principales hallazgos como síntesis de la investigación. En el capítulo VI se establecen las recomendaciones para solucionar la problemática.

## ÍNDICE PAGINAS PRELIMINARES

Acta de aprobación .....	ii
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Declaración de autenticidad.....	iv
Presentación.....	v
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN:</b> .....	<b>9</b>
1.1 Realidad problemática.....	9
1.2. Trabajos previos.....	10
1.3. Teorías relacionadas al tema .....	12
1.4. Formulación del problema .....	23
1.5. Justificación del estudio.....	23
1.6. Hipótesis.....	24
1.7. Objetivos.....	24
<b>II. MÉTODO</b> .....	<b>25</b>
2.1. Diseño de investigación.....	25
2.2. Variables, operacionalización .....	25
23 Población y muestra.....	27
24 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	28
25 Métodos de análisis de datos .....	29
26 Aspectos éticos .....	30
<b>IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	<b>42</b>
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	<b>47</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>48</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	<b>49</b>
<b>ANEXOS</b>	

## RESUMEN

El objetivo general de la presente tesis fue realizada por un análisis comparativo del afirmado adicionándole cal en porcentajes, la recolección de datos de los ensayos se realizó con el apoyo del laboratorio de suelos y concreto GEOMG S.A.C. el cual realizo los 10 Proctor y 10 CBR. Con las adiciones correspondientes en cada adición de 1.5%, 2.0%, 2.5% y 3.0% así también los ensayos de cara fracturada, abrasión los ángeles, equivalente de arena, todo el proceso se realizó bajo las normas: RNE CE.010 PAVIMENTOS URBANOS, MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES (EM 2000), MANUAL DE CARRETERAS. Plantillas de Excel para los formatos de granulometría, Proctor y CBR. La conclusión a la que se llegó al culminar la tesis fue de utilizar 2.5% de cal para optimizar el afirmado de la cantera de Dulong y 2.0% de cal para la cantera de Elías, para mejorar de la base de un pavimento flexible.

Palabras clave: Pavimento, Optimización, Cal

## **ABSTRACT**

The general objective of the present thesis was realized by a comparative analysis of the affirmed adding lime in percentages. The collection of data of the tests was realized with the support of the laboratory of floors and concrete GEOMG S.A.C. Which made the 10 Proctor and 10 CBR. With the corresponding additions in each addition of 1.5%, 2.0%, 2.5% and 3.0% also the fracture face tests, abrasion angels, sand equivalent, the whole process was performed under the standards: RNE CE.010 URBAN FLOORS , MATERIAL TEST MANUAL (IN 2000), ROAD MANUAL. Excel templates for granulometry, Proctor and CBR formats. The conclusion reached at the end of the thesis was to use 2.5% of lime to optimize the asserted Dulong quarry and 2.0% of lime for the Elías quarry to improve the base of a flexible pavement.

**KEYWORDS:** Pavement, Optimization, Lime

## **I. INTRODUCCIÓN:**

### **1.1. Realidad problemática**

Hoy en día, hay diversos tipos de obras de pavimentación, en la cual, en la elaboración del afirmado para sub-base y base el material que se viene utilizando de las diferentes canteras no llega ser el adecuado para las obras de pavimentación en nuestra localidad asimismo llegando a realizar un gasto económico en la realización de la obra por la mala calidad, en la cual quiero dar a mejorar el material adicionándole cal para la mejora de esta. La calidad del afirmado es un factor fundamental para una óptima pavimentación, pero ésta no se logra ya que el material presenta un déficit por eso a la hora de realizar en ensayo de CBR, no llega a obtener los parámetros adecuados para una sub-base y base.

En lo que se basa a cal se tratan en diversos lugares del mundo como Colombia, México, Bolivia en la cual realizan la estabilización de suelos con cal que se basan en resultados óptimos para reducir la plasticidad a los terrenos ya que presentan tierras arcillosas y requieren como mínimo a un CBR de 20% y una expansión de 2%, y así mejorar la calidad de los materiales para poder obtener más resistencia o también al afirmado adicionarlo como mejora de suelo también presentan propuestas de tesis de las universidades para mejorar el suelo con cal como Mario Beltrán parra y José Aloix copado Beltrán que presentaron como tesis estabilizaciones de suelos arcilloso con cal hidratada, para ser utilizada como capa subrasante de pavimentos en la colonia San Juan de la ciudad de Obregón.

También el Perú usan tratamientos de estabilizaciones de suelos con cal en algunas partes de la sierra y la selva que presentan suelos arcillosos así como el

afirmado en las canteras se pretender dar alternativas de solución para la mejora de los afirmados con cal.

Es adecuado dar una solución práctica y eficiente para poder construir vías más resistentes que cumplan con el periodo de vida adecuado.

Actualmente En Chimbote sufre un gran problema que parece imposible de resolver: el tránsito. Este es un problema causado por diferentes factores, entre los que encontramos la excesiva cantidad de vehículos, el estado del parque automotor, la falta de infraestructura vial, etc.

La infraestructura vial en el Chimbote sufre un constante deterioro, causado por el incremento de vehículos, así como por el aumento de las cargas que soporta la estructura del pavimento, debido a que ésta, cuenta con un rango inferior de resistencia a carga vehicular comparado con otros países

## **1.2. Trabajos previos**

Movilla (2012) en su tesis para obtener el título Doctoral “Optimización y Análisis del comportamiento de materiales tratados con cal en carreteras: Aplicación a lodos de tuneladora y mezclas bituminosas” tiene como objetivo principal determinar y analizar los tipos de materiales que se han mezclado con cal y han sido optimizados , teniendo en cuenta las experiencias que tubo obtenidas en las estabilizaciones con cal en la construcción de explanadas de carreteras que se hallan extendido a cualquier tipo de obra, llegando a utilizar suelos de baja capacidad portante y con problemas geotécnicos (p. 229).

Por su parte, Sampedro (2005) en su publicación, “Tratamiento de Suelos Con Cal “, concluye en los siguiente con respecto a la cal como estabilizador:

“Posibilidad de reutilización de los suelos disponibles en la traza, disminuyendo la necesidad de préstamos y vertederos.

La reducción del plazo de ejecución viene determinada también por la rapidez de las reacciones suelo-cal y el efecto secante producido. El Índice de Plasticidad disminuye notablemente y el suelo se vuelve más friable, aumentando inmediatamente su trabajabilidad. Además, el empleo de cal viva ayuda a secar rápidamente los suelos húmedos, facilitando su compactación.

El empleo de cal incrementa la capacidad portante de los suelos aumentando su índice C.B.R. También aumenta las resistencias a tracción y a flexión. Por lo tanto, la mejora producida en las capas y explanadas estabilizadas permite reducir espesores y las posibilidades de fallo durante su vida útil” (p. 31)

Valle (2010) en su investigación “Estabilización de suelos arcillosos plásticos con mineralizadores en ambientes sulfurados”, concluye que: Los métodos experimentales al ser solo ensayados en condiciones controladas, deben ser comprobados en condiciones reales, es decir puesta en obra, para verificar su efectividad real en campo. Un patrón de todos los métodos explicativos en este proyecto, es la mejora de las propiedades mecánicas que permite reducir sustancialmente los aportes externos de material (p. 57)

Pérez (2012) en su tesis para obtener el título de Ingeniera Civil, Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como sub-rasantes mejorada y/o sub-base de pavimento en el año 2012 con el objetivo de “evaluar las características mecánicas de los suelos estabilizados con cenizas de carbón para su empleo como sub-rasantes o de sub-base en pavimentos, concluyo Las cenizas volantes funcionan como aditivo inhibidor de las propiedades expansivas del material, pero este requiere ser adicionado en porcentajes excesivos, al menos en el caso de una arcilla expansiva, en promedio mayor a 20%” (p. 80).

Asimismo en Chimbote la tesis de Melgarejo y Morales (2014) en su tesis “Estabilización de suelos con cal en la carretera Sihuas San Juan, Distrito de San Juan Provincia de Sihuas – Ancash” en la cual se basa principalmente obtener la dosis optima de cal para estabilizar la sub-rasante de la carretera Sihuas – San Juan, la cual presenta un material arcilloso de baja capacidad portante, que no brinda una estabilidad necesaria como terreno de fundación, por lo tanto se propone mejorar el terreno, a través de aglomerantes como la cal (p. 67).

Manrique (2016) con la tesis Influencia de la “Escoria Negra en las propiedades físicas – mecánicas del afirmado de la Cantera “La sorpresa” de Coishco para base en obras de pavimentación, 2016” explica cómo la escoria negra añadiendo en porcentajes, va mejorando el material hasta llegar a un porcentaje optimo en la cual propone mejorarlo con escoria negra el afirmado (p. 49).

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

El suelo-cal se obtiene por mezcla íntima de suelo, cal y agua. La cal que se utiliza es óxido cálcico (cal anhidra o cal viva), obtenido por calcinación de materiales calizos, o hidróxido cálcico (cal hidratada o cal apagada). Estas Cales se llaman también aéreas por la propiedad que tienen de endurecerse en el aire, una vez mezcladas con agua, por acción del anhídrido carbónico. La experiencia demuestra que los productos de la hidratación del cemento pueden ser reproducidos combinando dos o más componentes primarios de este producto como:  $\text{CaO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  en las proporciones adecuadas y en presencia de agua. Como la mayoría de los suelos contienen sílice y aluminio silicatos, la incorporación de cal anhidra ( $\text{Ca O}$ ) o de cal hidratada ( $\text{Ca (OH)}_2$ ) y agua en cantidad apropiada se puede obtener la composición deseada. La Cal que se use para la construcción de Suelo-Cal puede ser Cal viva ó hidratada y debe satisfacer los requisitos establecidos en la Sección 301.B de las Especificaciones Técnicas Generales para construcción de Carreteras del MTC (vigente), la Especificación

AASHTO M-216 ó ASTM C-977. Al mezclar el suelo con la cal, se produce una reacción rápida de floculación e intercambio iónico, seguida de otra muy lenta de tipo puzolánico, con formación de nuevos productos químicos. La sílice y alúmina de las partículas del suelo se combinan con la cal en presencia de agua para formar silicatos y aluminatos cálcicos insolubles.

Uno de los efectos más importantes de la cal en el suelo, es el de cambiar apreciablemente su plasticidad. Por ejemplo suelos de plasticidad  $IP < 15$ , aumentan tanto el LL como el LP, y también muy ligeramente su IP; en cambio, en los suelos de plasticidad con  $IP > 15$ ) disminuye el IP. También aumenta la humedad óptima de compactación, lo que permite la densificación de suelos de elevada humedad natural, que de otro modo no permitirían la construcción de la capa de rodadura sobre ellos. Los suelos más apropiados para estabilizar con cal son los de granulometría fina de cierta plasticidad.

En cortes e incluso en terraplenes, donde se evidencien suelos arcillosos, resulta conveniente mejorar el suelo con un pequeño porcentaje de cal para proteger la explanación y formar una plataforma para la construcción de la capa de rodadura. Al mezclar el suelo con cal éste se vuelve más friable y granular. Al aumentar su límite plástico y humedad óptima de compactación permite su puesta en obra con mayor facilidad.

Es frecuente que la mezcla se realice en dos fases, con un período intermedio de reacción de 1 - 2 días. La aplicación más usual de las estabilizaciones con cal es en subrasantes y como capa de rodadura, en zonas de suelos arcillosos y/o con canteras de materiales granulares lejanos (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013, p. 116).

Según Plane y Sienko (1969, citado en ECURED, 2016) describen las propiedades químicas de hidróxido de calcio más conocida como cal más utilizada para el tratamiento de suelos es la cal alta en calcio, que contiene un máximo de 5% de óxido o hidróxido de magnesio.

Las Cales deben ser blancas y libres de materias extrañas, deben rebasar el 92% en su contenido de Oxido de calcio (CaO), con un porcentaje de menos de un 4 % de anhídridos carbónico (CO<sub>2</sub>), cuando son producidas y no más del 7% cuando se encuentra en su destino; la Sílice (SiO<sub>2</sub>) en no más del 2 %, el Hierro y el Aluminio en su forma de óxido (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), en el 1% máximo; la Magnesia (MgO) en el 1.75% y el Azufre en (S) y el Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) en 0.20 y 0.05% en su máxima cuantía. Los hidróxidos de calcio o cales apagadas, además de reunir las condiciones señaladas en las propiedades de los óxidos, deberán tener un mínimo de 68 a 70% de óxido de calcio aprovechable, y más del 90% de hidróxido de calcio (OH)<sub>2</sub>Ca

Asimismo nos describe el proceso de obtención de la cal por lo tanto se requiere de un proceso para la extracción: Se desmonta el área a trabajar y se lleva a cabo el descapote, posteriormente se barrena aplicando el plan de minado diseñado, se realiza la carga de explosivos y se procede a la voladura primaria, moneo, tumbe y rezagado, carga y acarreo a planta de trituración como consiguiente pasa por la Trituración en la cual es sometida a un proceso de trituración que arrojará como producto trozos de menor tamaño que serán calcinados en hornos verticales. También puede realizarse por una trituración secundaria cuando se requieren fragmentos de menor tamaño y se tienen hornos rotatorios para calcinar, posteriormente se somete a la Calcinación en la cual La cal es producida por calcinación de la Caliza y/o dolomía trituradas por exposición directa al fuego en los hornos. En esta etapa las rocas sometidas a calcinación pierden Dióxido de carbono y se produce el óxido de calcio (cal viva) y después pasa por el Enfriamiento donde se somete a un proceso de enfriamiento para que la cal pueda ser manejada y los gases calientes regresan al horno como Aire secundario. Y finalizando se llega Triturar y pulverizar con el fin de reducir más el tamaño y así obtener cal viva molida y pulverizada, la cual se separa de la que será enviada al proceso de hidratación. (ECURED, 2016, Art.164351).

Sin embargo la cal tiene algunas propiedades como: La hidraulicidad que es la relación entre los silicatos y aluminatos respecto al oxido de calcio. Tanto por ciento, peso, de distintos componentes, antes de la cocción).

De menor a mayor índice de hidraulicidad real:

- .cal aérea
- .cal débilmente hidráulica
- .cal medianamente hidráulica
- .cal hidráulica normal
- .cal eminentemente hidráulica.

La densidad real de la cal aérea es del orden 2,25kg/dm<sup>3</sup>. Para las cales hidraulicidad oscila entre 2,5 y 3,0 kg/dm<sup>3</sup>. La densidad de conjunto de las cales puedes estimarse en tn al 0.4 kg/dm<sup>3</sup>.

En el fraguado la cal es un proceso químico que consiste en la evaporación del exceso de agua empleado en amasar la pasta, seguido del agua por el CO<sub>2</sub> de la atmosfera, pasando de nuevo del hidróxido al carbón calcio. Como el anhídrido carbónico seo no reacciona con el hidróxido de calcio seco, es necesario que exista algo de húmedas presente. El tiempo de fraguado de las cales aéreas no se especifica en las normas españolas, pero puede afirmarse que se trata de un conglomerante de fraguado lento. En las cales hidráulicas no solo se produce la carbonatación del hidróxido cálcico sino también la hidratación de los silicatos y aluminatos presentes.

En la estabilidad de volumen la cal sufre un aumento de volumen una vez colocada en obra (varios meses después). Se acusa en grietas horizontal del enlucido coincidiendo con las juntas de los ladrillos. En lo que es resistencia mecánica las cales tienen una resistencia no mayor de 50 Kp/cm<sup>2</sup> por lo que se emplean en piezas no resistentes (Escuela Superior Técnica de Ávila, p. 24).

Según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2015) nos habla de las proporciones adecuadas de la cal, cuando se habló de proporción de cal aplicada en afirmado tenemos que tener en cuenta el manual de carreteras – Sección suelos y pavimentos que nos dice que los suelos estabilizados con cal el porcentaje estimado en peso de cal se encuentra en 1.5 y 3% en volumen. La utilización de grados con tamaño máximo limitado al de las arenas facilita los trabajos de mantenimientos así como también el manual de carreteras Sección suelos y pavimentos nos dice que los efectos más importantes de la cal en el suelo, es el de cambiar apreciablemente su plasticidad. Por ejemplo, suelos de plasticidad  $IP < 15$ , aumentan tanto el LL como el LP, y también muy ligeramente su IP; en cambio, en los suelos de plasticidad con  $IP > 15$ ) disminuye el IP. También aumenta la humedad óptima de compactación, lo que permite la densificación de suelos de elevada humedad natural, que de otro modo no permitirían la construcción de la capa de rodadura sobre ellos. (Manual de Carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos – sección suelos y pavimentos (p. 70).

Sobre las propiedades que se obtiene con la cal, por lo tanto las propiedades que se llega a obtener adicionándole cal son: Reducción del índice de plasticidad, debido a una reducción del límite líquido y a un incremento del límite plástico; la cal ayuda a secar suelos húmedos lo que acelera su compactación y el incremento de la resistencia a la compresión simple de la mezcla posterior al tiempo de curado alcanzando en algunos casos hasta un 40% de incremento; Incremento de la capacidad portante del suelo (C.B.R) y el incremento de la resistencia a la tracción del suelo (Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2015, p. 70).

Sobre la preparación en planta de la cal consiste en la utilización de una instalación mezcladora fija que permita, mediante el mezclado de suelo(s) de préstamo con cal y agua, obtener la mezcla de suelo-cal que satisfaga los requisitos establecidos. Una vez preparada, la mezcla se carga en camiones, volquetes para llevarla a los sitios de colocación, una vez colocadas se aplica a lo indicado en la

Subsección, siendo en este caso el grado de compactación mínimo exigido de 100% de la máxima densidad obtenida por el ensayo Proctor Modificado. Manual de Carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos – sección suelos y pavimentos (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2015, p. 71).

Una vez compactada se debe tener en cuenta el problema de la posible fisuramiento de estas estabilizaciones o de bases tratadas con cal, debido a una falta o descuido en el curado que hace perder humedad por eso se debe tener un tratamiento antes de pavimentar.

Teniendo en consideración que según Valle Flores Paola Fernanda, Acosta Vera Andrés Antonio y Salvatierra Ron Carlos Luis en su tesina define a una cantera como el “lugar donde se extraen rocas o minerales procedentes de un macizo rocoso. Los materiales pétreos extraídos son generalmente para la industria de la construcción u obras civiles. Ya que estas son la fuente principal de materiales pétreos los cuales se constituyen en uno de los insumos fundamentales en el sector de la construcción de obras civiles, estructuras, vías, presas y embalses, entre otros” (Valle, Acosta y Salvatierra, 2011, Pág. 18).

Donde también clasifican a las canteras en “canteras a cielo abierto, ya que su proceso de extracción (explotación) de minerales se ejecuta en la superficie del terreno con maquinarias de gran tamaño. Canteras subterráneas, ya que su actividad por debajo de la superficie a través de labores subterráneas. En términos comparativos, la maquinaria que se usa en la minería subterránea es mucho más pequeña que la que se utiliza a cielo abierto, debido a las limitaciones que impone el tamaño de las galerías y labores” (Valle, Acosta y Salvatierra, 2011, p. 18).

En la ciudad de Chimbote nos encontramos con 2 canteras:

Cantera de Elías que tiene los certificados de los estudios geotécnicos del terreno para poder confirmar si el material de determinado lugar está en óptimas condiciones para poder realizar el proceso de afirmado asimismo pasando por ensayos para la aprobación.

La cantera está situada a la entrada de la intersección de la panamericana norte con Samanco, dando la ubicación de dicha cantera podemos decir que la cantera de alias consta con los parámetros geotécnicos para poder realizar el afirmado, también cuenta con maquinarias para realizar asfalto en la cual trabajan de la mano en las obras de pavimentación.

Cantera de Dulong que se encuentra situada antes de llegar a la entrada del túnel de Coshco, esta cantera también consta con los requisitos y aprobaciones de estudios geotécnicos para poder determinar que el lugar está en buenas condiciones para poder realizar la mezcla de afirmado. Esta cantera realiza los trabajos de afirmado para sub-base y base de pavimentos, teniendo la obligación de cumplir con los parámetros adecuados de los ensayos.

Por ende las canteras con las cuales se trabajará son las que no llegan a cumplir los requisitos de los ensayos de CBR, ya que las empresas designan y hace contratos con las personas encargadas de las canteras para trabajar con ese material.

Para poder realizar el vaciado del afirmado ya sea de la cantera de Elías ó Dulong tienen que pasar por ensayos de Abrasión, CBR, así sabiendo si cumple con el 80% según la norma (MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento, CE O10 Pavimentos Urbanos, 2010, p. 30).

En caso de no cumplir con la norma, no se procede para la realización de vaciado en las calles y se pasa a que mejoren el material ya sea porque cuenta con mucho fino o poca piedra. Y para un mejoramiento del material de las canteras de Elías y Dulong en caso no cumplan con la norma (MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento, CE O10 Pavimentos Urbanos, 2010, p. 17).

Se procede a un mejoramiento del material muestreado de la cantera, ya sea poca piedra o mucha arena fina. Tiene que mejorarse su material hasta que cumpla con la norma, en caso no cumpla se llega a plantear otro diseño. En estos casos hay diferentes formas o métodos de mejorar las canteras que no cumplen, en la cual se planteó realizar una mejora de material adicionándole cal en porcentajes para poder realizar los ensayos requeridos y apropiados para poder cumplir con los parámetros de la norma relación de soporte de california (C.B.R) y densidad de campo. Ya pasando los requisitos se tiene que sacar las pruebas de compactación del material optimizado así poder determinar su compactación si pasa el 100% para Base para pavimentos.

Según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones define al afirmado como “la capa de material natural selecto procesado o semiprocesado de acuerdo a lo que demanda el diseño, que se coloca sobre el terreno natural o subrasante de un pavimento. Funciona como capa de rodadura y de soporte al tráfico o cargas externas que este resistirá en carreteras no pavimentadas. Estas capas pueden tener tratamiento para su estabilización. Consta de una mezcla de materiales con las siguientes características: Grava o piedra chancada, que tiene por objeto soportar la carga es importante que sea rugoso y no sea de canto rodado. Arena clasificada, para llenar las vacías entre la grava y así dar estabilidad y firmeza a la capa. Finos plásticos, sobretudo arcilla, para dar cohesión a la grava y la arena” (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2015, p. 20).

Así también el afirmado tiene con contar con piedras de  $\frac{3}{4}$  y arena fina y gruesa teniendo los porcentajes adecuados de piedra y arena para un afirmado de buenas condiciones y en la cual constamos con distintos tipos de afirmado:

Tipo 1 afirmado suelto: Corresponde a un material natural o grava seleccionada por zarandeo, con índice de plasticidad 9-12, para caminos de tránsito vehicular pequeño menores a 50 vehículos al día.

Tipo 2 afirmado neto: Corresponde a un material natural o grava seleccionada por zarandeo, con índice de plasticidad 9-12, para caminos con tránsito vehicular pequeño y moderado, 51-100 vehículos al día

Tipo 3: afirmado pesado: Corresponde a un material granular natural o grava seleccionada por zarandeo, con índice de plasticidad 9-12, para caminos de tránsito vehicular regular y pesado, 101 -200 vehículos al día.

Tipo 4: afirmado procesado: Corresponde a un material granular o grava seleccionada por chancado o trituración y zarandeada cuando el material natural tenga aristas, con índice de plasticidad 9-12, para caminos de tránsito vehicular de cargamento y transporte, también para tránsito vehicular concurrente de 200 a más vehículos por día (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2015, p. 20).

El pavimento consta con una capa de rodadura conformada por materiales granulares seleccionado (afirmado) o directamente el suelo natural compactado. Esta alternativa se utiliza dependiendo del tráfico, uso, disponibilidad de recursos. (Menéndez, 2016, p. 161).

Entre los materiales utilizados en la pavimentación urbana, industrial o vial están los suelos con mayor capacidad de soporte, los materiales rocosos, el hormigón y las mezclas asfálticas; así también una pavimentación consta con 3 capas: Sub-rasante que es el suelo de cimentación del pavimento, pudiendo ser suelo natural, debidamente perfilado y compactado; o material de préstamo, cuando el suelo natural es deficiente o por requerimiento del diseño geométrico de la vía a proyectar. Los materiales que pueden ser empleados como sub-rasante serán de preferencia materiales de tipo granular (Duravia, 2011, p. 1).

Sub-base es la capa que se encuentra entre la base y la sub-rasante en un pavimento asfáltico. Debido a que está sometida a menores esfuerzos que la base, su calidad puede ser inferior y generalmente está constituida por materiales locales granulares o marginales. Se deberá ser perfilada y compactada entre el 95% de su máxima densidad seca mediante el ensayo Proctor estándar. El empleo de una sub-base implica mejorar la capacidad de soporte de suelo que se traduce en una reducción del espesor de carpeta de rodadura. Sin embargo, el impacto no es significativo. Base es la capa que se encuentra bajo la capa de rodadura de un pavimento asfáltico. Debido a su proximidad con la superficie, debe poseer alta resistencia a la deformación, para soportar las altas presiones que recibe. Se construye con materiales granulares procesados o estabilizados y, eventualmente, con algunos materiales marginales (Sánchez, 2015, p. 3).

Con el tema de pavimento flexible se les denomina a aquellos cuya estructura total se flexiona dependiendo de las cargas que transitan sobre él. El uso de pavimentos flexibles se realiza fundamentalmente en zonas de abundante tráfico como puedan ser vías, aceras o parkings; como consiguiente. El proceso constructivo de pavimentos flexibles se realiza a base de varias capas de material. Cada una de las capas recibe cargas por encima de la capa. Cuando las supera la carga que puede sustentar traslada la carga restante a la capa inferior. De ese modo lo que se pretende es que poder soportar la carga total en el conjunto de capas.

Las capas de un pavimento flexible que conforman un suelo se colocan en orden descendente en capacidad de carga. La capa superior es la que mayor capacidad de soportar cargas tiene de todas las que se disponen. Por lo tanto, la capa que menos carga puede soportar es la que se encuentra en la base. La durabilidad de un pavimento flexible no debe ser inferior a 8 años y normalmente suele tener una vida útil de 20 años.

Las capas de un pavimento flexible suelen ser: capa superficial o capa superior que es la que se encuentran en contacto con el tráfico rodado y que normalmente ha sido elaborada con varias capas asfálticas. La capa base es la capa que está debajo de la capa superficial y está, normalmente, construida a base de agregados y puede estar estabilizada o sin estabilizar. La capa sub – base es la capa o capas que se encuentra inmediatamente debajo de la capa base. (MINISTERIO de Vivienda y urbanismo. Código de Normas y Especificaciones Técnicas de Obras de Pavimentación, p. 21).

En la Norma Técnica Peruana CE.010, en el punto 3.4 que indica cuales son “los requisitos de los materiales da que todos los materiales deberán cumplir los requerimientos que se dan a continuación. En la sub-base estos materiales deberán cumplir los requisitos mínimos” (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010, p. 16-18) (Ver Anexos Tabla N° 2 Requerimientos de Calidad para sub-base y Tabla N°3 Requerimientos de Calidad para sub-base). En “la base estos materiales deberán cumplir los requisitos de gradación establecidos en la siguiente Tabla” (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010, Pág. 16-18) (Ver Anexos Tabla N°4 Requerimientos de Calidad para base, Tabla N°5 Requerimientos Granulométricos del Agregado Grueso para base y Tabla N°6 Requerimientos Granulométricos del Agregado Fino para base).

Para la finalizar el ensayo de CBR tiene la finalidad de determinar la capacidad de soporte (CBR) de suelos y agregados compactados en laboratorio, con una humedad óptima y niveles de compactación variables. Es un método desarrollado por la división de carreteras del Estado de California (EE.UU.) y sirve para evaluar la calidad relativa del suelo para sub-rasante, sub-base y base de pavimentos.

“El ensayo de California Bearing Ratio tiene como finalidad determinar la capacidad de soporte (CBR) de suelos y agregados compactados en

laboratorio, con una humedad óptima y niveles de compactación variables. Es un método desarrollado por la división de carreteras del Estado de California (EE.UU.) y sirve para evaluar la calidad relativa del suelo para subrasante, subbase y base de pavimentos” (Ministerio de Transporte y Comunicaciones. ASTM D-1883, AASHTO T-193, p. 1).

“La expresión que define al CBR es igual a la carga unitaria del ensayo entre la carga unitaria patrón por 100 %. De la ecuación se puede ver que el número CBR, es un porcentaje de la carga unitaria patrón. En la práctica el símbolo de (%) se quita y la relación se presenta simplemente por el número entero” (Internacional Cámara de Comercio, 2013, Pág.1). “Usualmente el número CBR, se basa en la relación de carga para una penetración de 2,5 mm. (0,1”), sin embargo, si el valor de CBR a una penetración de 5 mm. (0,2”) es mayor, el ensayo debe repetirse. Si en un segundo ensayo se produce nuevamente un valor de CBR mayor de 5 mm. de penetración, dicho valor será aceptado como valor del ensayo. Los ensayos de CBR se hacen sobre muestras compactadas con un contenido de humedad óptimo, obtenido del ensayo de compactación Proctor” (Internacional Cámara de Comercio, 2013, Pág.1). “Antes de determinar la resistencia a la penetración, generalmente las probetas se saturan durante 96 horas para simular las condiciones de trabajo 22 más desfavorables y para determinar su posible expansión” (Ministerio de Transporte y Comunicaciones. ASTM D-1883, AASHTO T-193, p. 3).

#### **1.4. Formulación del problema**

¿Cuál es la proporción óptima de cal para mejorar las propiedades físico-mecánicas del afirmado para pavimentación?

#### **1.5. Justificación del estudio**

Así mismo tengo como justificación que una optimización con cal, para el afirmado de las canteras designadas se pretende solucionar las complicaciones que resultan un déficit en las carreteras, en la cual consta con diferentes capas

de un pavimento pero la primordial es la base, en la cual cuenta con una mala calidad del material y los problemas de no tener disposición de muchas canteras en Chimbote y trabajar con material que no se encuentran en óptimas condiciones es recomendable dar alternativas de solución para mejorar calidad del afirmado para base.

Así mismo para mejorarla se añadió cal en porcentajes de 1.5, 2.0, 2.5 y 3% en volumen determinando el mejor porcentaje adecuado y óptimo que cumplan con una base para pavimentos y tengan asimismo una vida útil y larga de aproximadamente 20 años a más, ya que ahora en nuestra localidad sabemos que el incremento de transportes ha aumentado notoriamente y eso hace que soporte más cargas al pavimento.

También al momentos de realizar los ensayos requeridos según reglamento de pavimentos urbanos tienes que cumplir con la norma del MTC de relación de soporte de california (C.B.R.) y todos los ensayos que se realizaron según norma para una pavimentación en la cual nos brindaron unos resultados adecuados, ya que nuestra localidad el material que se analizó de las canteras siempre llega a obtener observaciones y en la cual se manda recomendaciones para una mejora y así vuelvan a analizar hasta llegar al óptimo.

## **1.6. Hipótesis**

En la cual se planteó una hipótesis de una proporción óptima de cal para mejorar las propiedades físico-mecánicas de la pavimentación es 3%.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo general:**

Determinar la proporción óptima de cal para mejorar la propiedad física-mecánicas de afirmado para pavimentos

### **1.7.2. Objetivos específicos**

- Elaborar y comparar los ensayos con 1.5%, 2.0%, 2.5% a 3 % de cal y observar su resistencia.
- Verificar y comparar el afirmado de cantera en estado natural y afirmado optimizado realizando los ensayos.
- Elaborar los costos comparativos del afirmado optimizado con cal y afirmado sin cal.

## **II. MÉTODO**

### **2.1. Diseño de investigación**

El diseño de la investigación fue aplicada ya que se utilizó conocimientos de las propiedades físicas de la cal así como también del afirmado. Fue correlacional – comparativa ya que el investigador contó con 2 variables, la variable independiente que fue la cal y dependiente como el afirmado, ya que estas estuvieron correlacionadas porque la cal afectó en las propiedades físico mecánicas al afirmado y al mismo tiempo se compararon porque se trabajó en 1.5%, 2.0%, 2.5% y 3.0% como lo demanda la norma.

### **2.2. Variables, operacionalización**

Las variables utilizadas en mi proyecto de investigación constan con 2, la variable dependiente que es la optimización de calidad del afirmado y la variable independiente que es la Cal.

La Operacionalización de las variables antes mencionadas fue de la siguiente manera:

#### **PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL AFIRMADO:**

Definición conceptual: Es un agregado en la cual es utilizada para ser procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas en obras de pavimentación

Definición operacional: Para obtener la optimización del afirmado se realizaran en el laboratorio todos los ensayos referentes al control de calidad de los agregados, para determinar si estos cumplen las propiedades óptimas para ser utilizadas como: la gradación correcta, la altura de partículas arenosas en suspensión de árido, el desgaste de los agregados, sales totales que contiene el afirmado.

Indicadores:

- Ensayo Granulométrico
- Equivalente de Arena
- Porcentaje de Caras Fracturadas en los agregados
- Ensayo de Abrasión de los Ángeles - C.B.R

#### **LA CAL:**

Definición conceptual: la cal es un material que tiene como componentes ayudar o mejorar la resistencia o relación de soporte así mismo reduce la plasticidad en suelos arcillosos

Definición operacional: Se adicionó cal en porcentajes de 1.5 ,2.0, 2.5 a 3% para determinar cuál será el porcentaje óptimo.

Indicadores:

- Proctor Modificado
- C.B.R

## **2.3 Población y muestra**

**Según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones E 101 – 2000 (Guía para muestreo de Suelos y Rocas)** sección muestreo nos dice que se debe obtenerse muestras representativas de suelo o de roca o de ambos de cada material que se importante para el diseño y la construcción se realizó como mínimo cinco exploraciones, por cada área menor o igual a una hectárea, las exploraciones consistió en calicatas, sondeos y/o trincheras, a profundidades no menores de la profundidad máxima de explotación.

La cantidad de muestra extraída de canteras debió ser tal que permita efectuar los ensayos exigidos, así como también ensayos de verificación para rectificar y/o ratificar resultados poco frecuentes. Las muestras representativas de los materiales de cada cantera serán sometidas a los ensayos estándar, a fin de determinar sus características y aptitudes para los diversos usos.

- Las cantidades son las siguientes:
- Clasificación visual 0.50 kg – 50 – 500 gr.
- Análisis granulométrico y constante de suelos no granulares 0.50 a 2.5 kg

Producción de agregados o ensayos de propiedades de agregados 50 – 200 kg (Ministerio de Transporte y Comunicaciones E 101- 2000, p. 20).

Así mismo las profundidades para extraer material de cantera son de 3 a 8m relativamente por eso la población con la que cuenta la presente investigación será el material de la Canteras “Dulong” y “Elías”.

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

La técnica que se utilizó fue la observación directa, porque se describió el comportamiento de las variables mediante la observación de hechos tal como ocurren en la realidad sin alterarlos, cuyos datos obtenidos se evaluaron mediante protocolos y guías de observación.

Los instrumentos que se utilizaron fue la ficha de recolección de datos que son protocolos normalizados ASTM D1557/97

- Proctor modificado (El Proctor modificado consiste en poder determinar el contenido de humedad y la máxima densidad seca), (ASTM – D421)
- Análisis por tamizado (El análisis granulométrico consiste en poder determinar los pesos de las gravas, arenas y finos así poder clasificarlos según norma), (ASTM D 5821)
- Porcentaje de caras fracturadas en los agregados ( para poder determinar cuántas caras fracturadas presenta cada piedra de cada muestra, ASTM D – 2419 – Equivalente de arena, ASTM C - 535 (consiste en poder determinar las variación de arenas y arcilla que muestra un material)
- Abrasión los ángeles, ASTM D-1883 Se basa en determinar una simulación para poder ver el desgaste que contiene la piedra) - Relación de soporte california C.B.R ( el CBR determina la simulación de cargas que soporta el material y así ver si cumple con los requisitos según norma.

En la cual contamos con la validez de la investigación que está determinado por los formatos estandarizados Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) y la American Society of Testing Materials (ASTM).

La confiabilidad con la que cuenta se vio determinada por los resultados que nos dará un Laboratorio de Suelos, ya que este lugar trabaja los resultados con las dos normas antes mencionadas.

## **2.5 Métodos de análisis de datos**

El método de la investigación tiene un enfoque cuantitativo, se analizó a través de formatos que determinó la hipótesis planteada. Esto está basado en la recolección de datos de instrumentos como vienen a ser los ensayos a realizar en el laboratorio de mecánica de suelos, ya que son confiables. Los resultados que se obtendrán se analizarán y observarán dando a responder la hipótesis planteada.

**Procedimiento:**

- En primer lugar se comenzó con la muestreo del material de las 2 canteras la de Elías que está situada en la entrada de Samanco y la cantera de Dulong que se encuentra antes de Coshco se extrajo 3 sacos de afirmado de cada cantera para la realización de los ensayos que se realizó en el laboratorio de mecánica de suelos.
- Después de haber muestreado el material, se tuvo que pasar por un lavado en la cual consiste en eliminar el material fino de los afirmados y así poder realizarle su granulometría su contenido de humedad así determinar su clasificación y su gradación que nos manda la norma.
- Como siguiente procedimiento que obtuvo que realizar los ensayos de abrasión los ángeles para poder determinar el desgaste de la piedra ya tamizada por las mallas  $\frac{3}{8}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$ , 1", se recolecta 1kg 250 gr por cada tamiz y se obtiene 5 kg y se procede con el ensayo, y así mismo se realizar en ensayo de equivalente de arena para determinar la proporción del contenido de polvo fino o material arcilloso o limoso en los suelos. También se tiene que analizar por el ensayo de porcentaje de caras fracturadas a las piedras para ver si presenta una o dos a más caras fracturadas de la muestra , una piedra se considera fracturada cuando presenta un 25% o más del área de la superficie
- .
- Una vez determinado los ensayos básicos se procede a la realización del Proctor Modificado y C.B.R a las canteras de Elías y Dulong en la cual consta

en separar el material muestreada por las mallas n°4, 3/8, 1/2, 3/4 y 2", una vez separadas las muestras se tiene que separar 6 kg para la realización del Proctor y así determinar el contenido de humedad y su densidad seca.

- Ya con ese patrón se procede a agregarle Cal en los porcentajes establecidos según norma de 1,5%, 2.0 %, 2.5%, 3.0% y de la mano viene el ensayo de C.B.R cada uno en la cual nos determina su desplazamiento y la carga que soporta el material según la simulación de la máquina.
- Realizado los ensayos se procede al llenado de formatos de Proctor y C.B.R para poder determinar en qué cuanto se encuentra el C.B.R de las canteras en estado natural y adición y así determinar cuál es la proporción óptima para su optimización.
- Una vez finalizado se tiene que sellar los resultados obtenidos por el laboratorio donde se realizó los ensayos de cada cantera así tener un certificado de autenticidad de los ensayos.

## **2.6 Aspectos éticos**

El investigador tiene la responsabilidad y la obligación de ver los resultados que se obtuvieron en la investigación, en la cual nos brindará el laboratorio de mecánica de suelo, donde se llevará a cabo los ensayos.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Análisis granulométrico se suelos por tamizado (MTC E 107 -2000) cantera Elías

GRANULOMETRIA AFIRMADO CANTERA "ELIAS"					
GRADACION "B "					
Mallas	Abertura [mm]	Peso Retenido [grs]	% Pasa	Norma CE 010	
3"	76,000	-	-	-	-
2"	50,800	0.00	100.00	100 %	cumple
1 1/2"	38,100	379.50	94.34	-	-
1"	25,400	471.90	87.29	75 – 95 %	cumple
3/4"	19,050	494.30	79.91	-	-
1/2"	12,500	653.20	70.16	-	-
3/8"	9,525	442.30	63.55	40 - 75 %	cumple
N° 4	4,760	1148.30	46.41	30 – 60 %	cumple
N° 10	2,000	1192.40	28.61	20 – 45 %	cumple
N° 20	0,840	531.70	20.68	-	-
N° 40	0,420	284.10	16.43	15 – 30 %	cumple
N° 60	0,250	180.80	13.74	-	-
N° 100	0,150	291.70	9.38	-	-
N° 200	0,074	230.10	5.95	5 – 15 %	cumple
< N° 200		6300.90		-	-

Clasificación SUCS	GP – GM
Clasificación ASHTO	A – 1-a (0)

Según mi granulometría nos indica los porcentajes de materiales que pasa cada malla y según cada porcentaje nos basamos en la norma CE 010 de Pavimentos Urbanos nos dice que la gradación adecuada que debe cumplir el afirmado por esto la malla N° 2" debe pasar el 100%, la malla N° 1" debe cumplir con 75-05% que pasa, malla 3/8 debe cumplir con 40-75% que pasa, malla N°4 debe cumplir con el 30-60% que pasa, malla N°10 debe cumplir con 20-45% que pasa, malla N° 40 debe cumplir con 15-30% que pasa y la malla N°200 debe cumplir con 5-15% de finos plásticos según estos requerimientos se

determina si el afirmado está en óptimas condiciones para seguir con los siguientes ensayos y ya determinamos su gradación se clasifica según la norma SUCS Y ASHTO.

### 3.2. Ensayo de Caras Fracturadas (ASTM D – 5821) - Cantera de Elías

<b>PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS ASTM D -5821</b>	<b>CON 1 CARA FRACTURADA</b>	<b>CON 2 A MAS CARAS FRACTURADAS.</b>	<b>PORCENTAJE SEGÚN NORMA</b>	<b>CANTERA DE ELIAS</b>
<b>ASTM D – 5821</b>	13 %		80 % máximo	CUMPLE
<b>ASTM D – 5821</b>		87 %	40 % mínimo	CUMPLE

En este ensayo demostramos que el material extraído de la cantera de Elías, pasa por el proceso de tamizado por las mallas 1", ¾, ½; 3/8 ya seleccionados el material se procede a hacer un análisis visual si presenta caras de 1 a 2 ó más fracturas, siendo así determinando el porcentaje de desgaste.

Con una fractura presenta 13%, en la cual el máximo según norma es el 80%, siendo así con 2 caras fracturadas presenta 87%, en la cual según norma el mínimo es 40%.siendo así las piedras de las canteras de Elías cumplen con la norma.

### 3.3. Ensayo de Abrasión los ángeles (MTC E 207 -2000) – Cantera Elías

<b>ENSAYO DE ABRASION DE LOS ANGELES</b>		<b>NORMA CE 010</b>	
Porcentaje de desgaste	15.45%	40% máximo	Cumple.

El ensayo de abrasión los ángeles se analiza el desgaste de la piedra, y el ensayo simula las cargas que presenta el pavimento y se analiza la piedra separando por la gradación adecuada siendo este caso se toma el método

adecuado según la piedra que presenta siendo esto afirmado conforma piedra de 1 ½", 1", ¾," ½".ya dado el método las piedras se le realiza el ensayo con 12 esferas a 500 rpm en la cual nos dice que la cantera de Elías presenta un 15.45% en la cual según norma el máximo es un 40%.

**3.4. Ensayo de equivalente de arena, suelos y agregados finos (MTC E 114 – 2000)  
– Cantera Elías**

EQUIVALENTE DE ARENA		NORMA CE 010	
Porcentaje	59 %	35% mínimo	Si, cumple

Este ensayo nos demuestra la cantidad de arcilla o finos plásticos tiene que presentar un afirmado por que siendo así presentaría una densidad adecuada del afirmado eso quiere decir que viendo más material fino hay más reducción de espacios vacíos en el material por eso se separa 1500gr y se procede al procedimiento del ensayo ya culminado esto se da la lectura.

Siendo este caso la cantería de Elías presenta un 59% de equivalencia de arena promedio entre finos y plásticos en la cual deducimos y comparamos con la norma que cumple.



es de 3.0% de Cal en la cual nos presenta un resultado de 84.59% de Cal, cumple con la norma pero baja respectivamente en la adición anterior.

Dado esto llegamos a determinar la adición óptima es un 2.0% de Cal respectivamente al peso del material que se utiliza para el CBR. Y conforme se adiciona mas Cal va bajando el CBR en la cual afecta al contenido de Humedad y densidad del material .

### 3.6. Proctor modificado

En este ensayo de proctor modificado nos manda a determinar la densidad máxima y el contenido de humedad. Según los ensayos realizados vemos que en estado natural el afirmado tiene un 2.256 gr/cm<sup>3</sup> y contenido de humedad 4.6 % en lo cual esta relativamente bajo para un afirmado en la adición de 1.5% de Cal la densidad sube un 2.296 gr/cm<sup>3</sup> y una humedad de 5.8 % esto quiere decir que mejora al añadirle Cal. En la siguiente adición de 2.0% de Cal la densidad sube a 2.306 gr/cm<sup>3</sup> y una humedad de 6.22% que viene a ser un material adecuado para una base de pavimentación en lo que es 2.5% de Cal la densidad baja a 2.292 gr/cm<sup>3</sup> ya que la cal tiene a absorber mas agua y una humedad e 6.7% y en 3.0% de Cal su densidad baja a un 2.281gr/cm<sup>3</sup> y una humedad de 7.02% esto nos da como conclusion que su proporción óptima es de 2.0% de cal para un mejor afirmado.

<b>CAL</b>	<b>Estado Natural</b>	<b>1.5% de Cal</b>	<b>2.0% de Cal</b>	<b>2.5% de Cal</b>	<b>3.0% de Cal</b>
<b>DENSIDAD MAXIMA</b>	2.256	2.296	2.306	2.292	2.281
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	4.6	5.8	6.22	6.7	7.02

### 3.7. Análisis granulométrico se suelos por tamizado (MTC E 107 -2000)

#### CANTERA DULONG

PROCTOR MODIFICADO – CANTERA ELIAS	
Clasificación SUCS	GP – GM
Clasificación ASHTO	A – 1-a (0)

GRANULOMETRIA AFIRMADO CANTERA “DULONG”					
GRADACION “B “					
Mallas	Abertura	Peso Retenido	% Pasa	Norma CE 010	
	[mm]	[grs]			
3"	76,000	-	-	-	
2"	50,800	0.00	100.00	100 %	cumple
1 1/2"	38,100	431.20	91.42	-	-
1"	25,400	748.70	76.52	75 – 95 %	cumple
3/4"	19,050	426.70	68.03	-	-
1/2"	12,500	312.50	61.82	-	-
3/8"	9,525	150.20	58.83	40 - 75 %	cumple
N° 4	4,760	385.90	51.15	30 – 60 %	cumple
N° 10	2,000	397.10	43.25	20 – 45 %	cumple
N° 20	0,840	258.70	38.10	-	-
N° 40	0,420	487.70	28.41	15 – 30 %	cumple
N° 60	0,250	121.40	25.99	-	-
N° 100	0,150	885.80	8.37	-	-
N° 200	0,074	124.80	5.88	5 – 15 %	cumple
< N° 200		296.10		-	

cantera de Dulong la granulometría nos indica los porcentajes de materiales que pasa cada malla y según cada porcentaje nos basamos en la norma CE 010, la gradación adecuada que debe cumplir el afirmado por esto la malla N° 2" debe pasar el 100%, la malla N° 1" debe cumplir con 75-05% que pasa, malla 3/8 debe cumplir con 40-75% que pasa, malla N°4 debe cumplir con el 30-60% que pasa, malla N°10 debe cumplir con 20-45% que pasa, malla N° 40 debe cumplir con 15-30% que pasa y la malla N°200 debe cumplir con 5-15% de finos plásticos según estos requerimientos se determina si el afirmado está en óptimas condiciones para seguir con los siguientes ensayos y ya determinamos su gradación se clasifica según la norma SUCS Y ASHTO.

### 3.8. Ensayo de caras fracturadas (ASTM D – 5821) – CANTERA DULONG

<b>PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS ASTM D -5821</b>	<b>CON 1 CARA FRACTURADA</b>	<b>CON 2 A MAS CARAS FRACTURADAS.</b>	<b>PORCENTAJE SEGÚN NORMA</b>	<b>CANTERA DE DULONG</b>
<b>ASTM D – 5821</b>	22 %		80 % máximo	CUMPLE
<b>ASTM D – 5821</b>		78 %	40 % mínimo	CUMPLE

En este ensayo demostramos que el material extraído de la cantera de Elías, pasa por el proceso de tamizado por las mallas 1", ¾, ½; 3/8 ya seleccionados el material se procede a hacer un análisis visual si presenta caras de 1 a 2 ó más fracturas, siendo así determinando el porcentaje de desgaste.

Con una fractura presenta 22%, en la cual el máximo según norma es el 80%, siendo así con 2 caras fracturadas presenta 78%, en la cual según norma el mínimo es 40%.siendo así las piedras de las canteras de Dulong cumplen con la norma.

### 3.9. Ensayo de abrasión los ángeles (MTC E 207 -2000) – CANTERA DULONG

<b>ENSAYO DE ABRASION DE LOS ANGELES</b>		<b>NORMA CE 010</b>	
Porcentaje de desgaste	18.29%	40% máximo	Cumple.

El ensayo de abrasión los ángeles se analiza el desgaste de la piedra, y el ensayo simula las cargas que presenta el pavimento y se analiza la piedra separando por la gradación adecuada siendo este caso se toma el método adecuado según la piedra que presenta siendo esto afirmado conforma piedra de 1 ½", 1", ¾," ½".ya dado el método las piedras se le realiza el ensayo con 12 esferas a 500 rpm en la cual nos dice que la cantera de Dulong presenta un 18.29% en la cual según norma el máximo es un 40%.

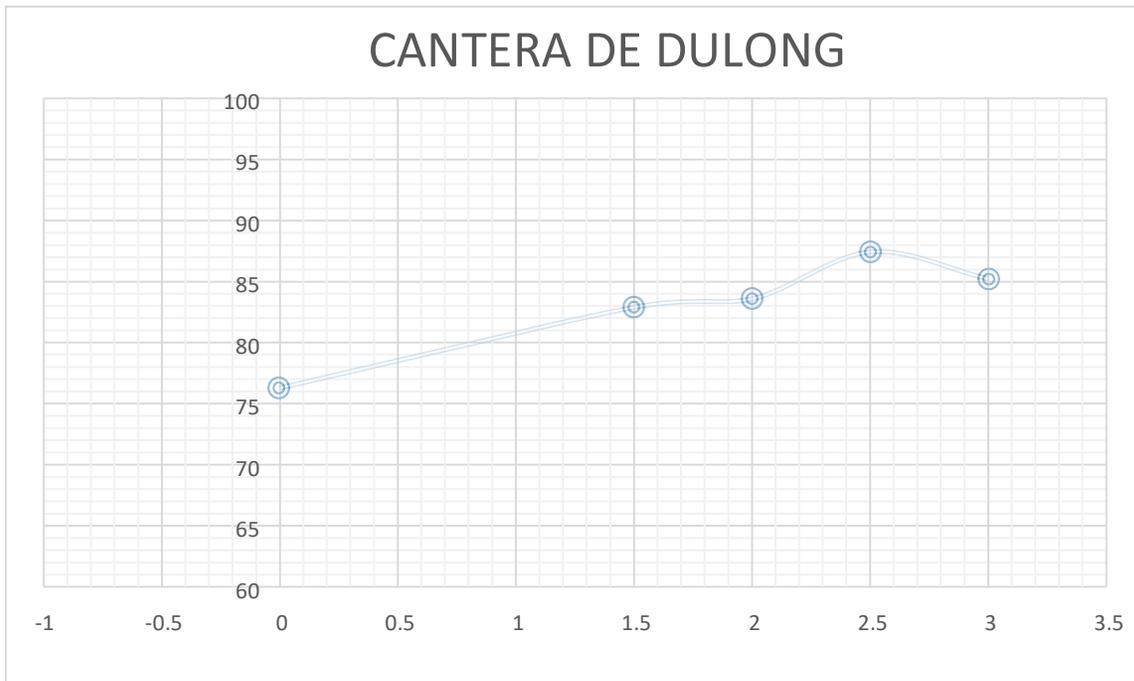
**3.10. Ensayo de equivalente de arena, suelos y agregados finos (MTC E 114– 2000)  
Cantera Dulong**

<b>EQUIVALENTE DE ARENA</b>		<b>NORMA CE 010</b>	
Porcentaje	64 %	35% mínimo	Si, cumple

Este ensayo nos demuestra la cantidad de arcilla o finos plásticos tiene que presentar un afirmado por que siendo así presentaría una densidad adecuada del afirmado eso quiere decir que viendo más material fino hay más reducción de espacios vacíos en el material por eso se separa 1500gr y se procede al procedimiento del ensayo ya culminado esto se da la lectura.

Siendo este caso la cantería de Dulong presenta un 64% de equivalencia de arena promedio entre finos y plásticos en la cual deducimos y comparamos con la norma que cumple.

### 3.11. ENSAYO MTC E 132 - 2000 CBR de suelos



E/N	% CAL	% CAL	% CAL	% CAL
<b>Adiciones</b>	<b>Estado natural</b>	<b>1.5% de cal</b>	<b>2.0% de cal</b>	<b>2.5% de cal</b>
<b>% de CBR</b>	76.30%	82.88%	83.56%	86.79 %

La interpretacion de los resultados de los ensayos de CBR(**MTC E 132 - 2000 CBR**) **de suelos** se da conforme a la muestra de estado natural y adiciones correspondientes como se presenta en el cuadro nos dice que la cantera de Dulong en estado natural sin adición de cal, presenta un CBR de 76.30% esto nos quiere decir que según la norma CE 010 Pavimentos Urbanos, para pavimento flexible de presentar como mino 80% del CBR para dar la aprobacion del material y que esta en optimas condiciones para la base de una carpeta asfaltica. En la siguiente adición que es 1.5% de Cal nos presenta un CBR de 82.88% esto quiere decir que ya cumple con la norma CE 010 pero siendo esta la primera adición pretendemos dar mas resistencia al material por ende la siguiente adición es de 2.0% de Cal en la cual nos da un resultado de 83.56% del CBR en la cual demuestra que mientras mas adicionamos cal mejorar la calidad del material.

En la siguiente adición que viene a ser el 2.5% de Cal nos brinda un CBR de 86.79%, esto quiere decir que esta adición llega a ser el óptimo ya que llega ser el punto donde

mejora la resistencia y calidad del afirmado y en la ultima adición es de 3.0% de Cal en la cual nos presenta un resultado de 85.71% de Cal, cumple con la norma pero baja respectivamente en la adición anterior.

Dado esto llegamos a determinar la adición óptima es un 2.5% de Cal respectivamente al peso del material que se ultiza para el CBR. Y conforme se adiciona mas Cal va bajando el CBR en la cual afecta al contenido de Humedad y densidad del material .

### 3.12. Ensayo de Proctor Modificado ASTM D -1557 y CBR – MTC E 132 – 2000

En este ensayo de proctor modificado nos manda a determinar la densidad máxima y el contenido de húmedad. Según los ensayos realizados vemos que en estado natural el afirmado tiene un 2.239 gr/cm<sup>3</sup> y contenido de húmedad 8.04 % en lo cual esta relativamente bajo para un afirmado en la adición de 1.5% de Cal la densidad sube un 2.247 gr/cm<sup>3</sup> y una humedad de 7.72 % esto quiere decir que mejora al añadirle Cal.

<b>PROCTOR MODIFICADO – CANTERA DULONG</b>					
<b>CAL</b>	<b>Estado Natural</b>	<b>1.5% de Cal</b>	<b>2.0% de Cal</b>	<b>2.5% de Cal</b>	<b>3.0% de Cal</b>
<b>DENSIDAD MAXIMA</b>	2.239	2.247	2.244	2.252	2.251
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	8.04	7.72	6.72	6.8	7.8

En la siguiente adición de 2.0% de Cal la densidad sube a 2.244 gr/cm<sup>3</sup> y una humedad de 6.72% estas proporción mejora el afirmado pero en la adición de 2.5% de Cal la densidad sube a 2.252 gr/cm<sup>3</sup> siendo esta la densidad mas alta de este afirmado con adición y una humedad e 6.8% y en 3.0% de Cal su densidad baja a un

2.251gr/cm<sup>3</sup> y una humedad de 7.80% esto nos da como conclusion que su proporcion óptima es de 2.5% de cal para un mejor afirmado de esta cantera

**3.13. Cuadro comparativo de precios de afirmado sin optimizar y optimizado.**

PRECIOS COMPARATIVOS ENTRE AFIRMADO OPTIMIZADO Y SIN OPTIMIZAR		
CANTERAS	AFIRMADO SIN OPTIMIZAR	AFIRMADO OPTIMIZADO
PRECIO	M <sup>3</sup>	M <sup>3</sup>
CANTERA DE ELIAS	S/. 35	S/. 71
CANTERA DE DULONG	S/. 30	S/. 67

Densidad = Peso/ Volumen

Peso = Densidad x Volumen

$$1.8 \frac{Kg}{cm^3} \times 1m^3 = P$$

$$1.8 \frac{Kg}{cm^3} \times \frac{cm^2}{1000} \times m^3 = P$$

$$1800 Kg = P$$

Cantera de Jaime Elías

$$1.800,000 gr \text{ ----- } x$$

$$100 gr \text{ ----- } -2.0 \%$$

$$1.800,000gr \times 2.0 / 100gr$$

$$36 000 gr = 36 kg$$

Cantera de Eusebio Dulong

$$1.850,000 gr \text{ ----- } x$$

$$100 gr \text{ ----- } -2.0 \%$$

$$1.850,000 gr \times 2.5\% / 100gr$$

#### IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El propósito por la cual se realiza esta investigación ha sido para poder determinar el análisis comparativo de las canteras para que puedan cumplir el afirmado con la norma CE 010 Pavimentos Urbanos, y así se pueda obtener una buena propuesta para brindar alternativas de solución a las canteras para mejorar las canteras, es por lo cual que daré a continuación la discusión de resultados.

En la cantera de Elías se realizó el método de muestreo para el afirmado para realizar los ensayos correspondientes, en la cual el primer ensayo que es Análisis granulométrico se sueloa por tamizado (MTC E 107 -2000) según la norma CE 010. Pavimentos urbanos nos presenta cuadros que nos dice el tipo de porcentaje que pasa en peso de las mallas y según eso se determina la gradación que le corresponde según los resultados obtenidos, ya dado los pesos se procede a designar la gradación que es la "B" según dado el análisis granulométrico, en lo que podemos determinar que cumple con norma CE 010 pavimentos urbanos.

En el siguiente ensayo de Caras Fracturadas (ASTM D – 5821) comparando con el manual de ensayos (EM 2000), determina que la piedra dela cantera de Elías presenta un 13% con 1 cara fracturada que quiere decir que ha sido poco el efecto que han tenido los procedimientos mecánicos en la cual según el manual de ensayos el máximo es 80% con 1 cara fracturada, también presenta un 87% con 2 caras fracturadas que son afectadas por procedimientos mecánicos y según el manual de ensayos nos dice que el mínimo en un 40% en la cual nos da por determinar que este ensayo cumple los parámetro del ensayo correspondiente al manual de ensayos ASTM D -5821.

Para este ensayo de Abrasión los ángeles (MTC E 207 -2000) nos indica ver la resistencia al desgaste que tiene los agregados naturales en la cual tiene un porcentaje de desgaste de 15.45% lo que indica el manual de ensayos (EM 2000) que tiene un parámetro de 10 a 45 % de perdida. Esto nos refleja que llega a cumplir con el manual de ensayos.

En el ensayo de equivalente de arena, suelos y agregados finos (MTC E 114 – 2000), nos determina la cantidad de polvo fino o material arcilloso que contiene la cantera en este caso nuestra muestra contiene un 59% de material arcilloso comparando los que nos manda el Manual de ensayos (EM – 2000) que debe contener un 35% como mínimo en la cual llegamos a la conclusión que cumple con el parámetro según lo establecido.

En los ensayos de Proctor Modificado ASTM D -1557 y CBR – MTC E 132 – 2000 estos 2 ensayos vienen de la mano ya que determinando el contenido de humedad y densidad máxima podemos realizar el ensayo de CBR en lo cual nos conlleva que nuestra cantera de Elías contiene un 2.256 de máxima densidad y un contenido de humedad de 4.6% en la cual se realizó el ensayo de CBR y nos determinó un 74.58%, por eso se le añade un 1.5% de cal para poder ver la reacción en la cual nos llevó un Proctor de 2.296 de máxima densidad y un contenido de humedad de 5.8% y en el CBR nos da un valor de 82.48% en la cual ya llega a cumplir con la norma, pero al añadirle un 2.0% de cal nos brindó un Proctor de 2.306 de máxima densidad y un contenido de humedad 6.22% y valor de CBR de 88.57%, nos llega a determinar que este sería una adición adecuada para optimizar y lo que manda la norma CE 010 que para base de un pavimento flexible debe tener como mínimo un CBR de 80%, en la siguiente adición de 2.5% de cal nos brinda un 2.292 de máxima densidad y un contenido de humedad 6.7% esto nos dice que según le añadimos más cal la densidad va bajar y la humedad sube siendo esto tenemos un CBR de 85.96% la cual baja ya que se requiere más agua, y al añadirle una adición más de 3.0% de cal tenemos un Proctor de 2.281 y 7.02% de humedad en la cual tenemos como resultado un CBR de 84.59% baja relativamente mientras le adicionas más cal esto nos conlleva que el afirmado de Elías se tiene que trabajar con un 2.0% de cal para mejorar la resistencia y ser un material óptimo para una base de pavimentos.

En la siguiente cantera es de Dulong en la cual presenta con material de afirmado para base en condiciones no muy adecuadas por eso se realizó los siguientes ensayos para poder dar una alternativa de solución y demostrar que el afirmado se

puede mejorar dándole más factibilidad a la obras de pavimentación y trabajar con material más adecuado así también se hizo una serie de ensayos:

En el Análisis granulométrico se suelos por tamizado (MTC E 107 -2000) se realizó el ensayo para poder determinar el porcentaje que pasa en peso según las mallas. Dado esto nos brinda la información de todos los pesos así al compararlo con la norma CE 010 Pavimentos Urbanos nos brinda el cuadro de 4 tipos de gradación en la cual según los porcentajes obtenidos se relaciona y se determinó la gradación "B" que nos indica que el afirmado o material seleccionado es adecuado para poder realizar los siguientes ensayos.

En lo que viene a ser el siguiente ensayo de Caras Fracturadas (ASTM D – 5821) nuestra muestra seleccionada nos brinda que con 1 cara fracturada tenemos un 22% siendo esto realizado por procesos mecánicos y en la cual según el manual de ensayos (EM 2000) nos dice que el valor máximo es de 80% siendo así cumple con lo reglamentado y lo que viene a ser con 2 caras fracturadas tenemos un 78%, la nos norma manda un 40% como mínimo, así podemos confirmas que cumple con el manual de ensayos y la piedra seleccionada presenta 2 a más fracturas ya que son manipuladas por el proceso mecánico que viene a ser el zarandeo de la piedra con arena.

En el ensayo de Abrasión los ángeles (MTC E 207 -2000) se llega a determinar el porcentaje de desgaste que presenta la piedra seleccionada ya siendo este el método "B" porque el afirmado presenta piedra de 1" a ½" se considera ese método dándonos como resultado de 18.29% de desgaste ya que el manual de ensayos (EM 2000) nos indica que debe tener como mínimo 10% y un máximo de 45%, nos dice que se encuentra adentro de los rangos dados según norma y decir que la piedra puede resistir cargas y con el tiempo tener un desgaste mínimo dando un mantenimiento adecuado.

Como siguiente ensayo para determinar la cantidad de polvos finos o material arcilloso se tiene que realizar un equivalente de arena, suelos y agregados finos (MTC E 114 – 2000),ya dado esto el proceso que se da al ensayo nos da como

resultado un 64% que viene a ser la equivalencia de las 3 muestras dadas ya obtenido el resultado según el Manual de ensayos (EM – 2000) se tiene que tener un 35% como mínimo, siendo esto superado por la norma llegamos a la conclusión que tiene material arcilloso que mejorara la densidad y reducción de espacios vacíos.

En el último ensayo de Proctor Modificado ASTM D -1557 y CBR – MTC E 132 – 2000 de la cantera de Dulong al realizar el Proctor presenta una densidad máxima de 2.239 y un contenido de humedad de 8.04 siendo esto muy alto y al realizar el ensayo de CBR se obtuvo como resultado 76.30% en la cual no llega a cumplir con la norma CE 010 Pavimentos Urbanos para Base en la cual se le adiciono al material 1.5% de cal para poder mejorar al material teniendo como resultados de Proctor una densidad máxima de 2.247 y un contenido de humedad 7.72% ya dado esto se procedió a realizar el CBR con adición obteniendo un 82.88% ya siendo esto cumpliendo con lo normalizado para una base de pavimentos, pero para verificarsi se puede mejorar más se realizó una siguiente adición de 2.0% de cal dándonos una máxima densidad de 2.244 y una humedad optima de 6.72% reduciendo el agua es más factible para una mejor compactación siendo esto obteniendo un CBR de 83.56 % deduciendo que mientras adicionas mal cal mejora las propiedades del afirmado siendo esto la siguiente adición es de 2.5% de cal obteniendo un Proctor de 2.252 de densidad máxima y una humedad optima de 6.8% dando como consiguiente una valor de CBR de 86.79% determinando que la proporción adecuado para el afirmado de Dulong y comparando con la norma CE 010 de pavimentos urbanos, demuestra que es un material adecuado más adición para una base de pavimento flexible. Ya dado esto se va a la última adición de 3.0% de cal obteniendo una densidad máxima de 2.251 y una humedad de 7.8 obteniendo como CBR un 85.71% llegando a la comprobación que seguirá bajando el CBR conforme se adicione más cal dando como optimo el 2.5% de cal.

Ya dado estos precios podemos decir que por m<sup>3</sup>, solo costaria 36 soles mas para la mejora del afirmado de la cantera de Elias y para la cantera de Dulong costaria 37 soles mas, asi seria mas factible llegar con material optimizado en obra , y se

evitaria menos problemas de compactación de base y se obtendria mas de 95% de compactacion para base para pavimentos urbanos.

Los dueños de canteras tendrian que dar alternativa de mejora del afirmado para ahorrarmas tiempo pero en dinero seria mas costoso en obra ya que el afirmado sin optimizar se encuentra en unos parametros que no cumplen la norma CE 010 de pavimentos urbanos.

## **V. CONCLUSIONES**

Habiéndose determinado con los objetivos planteados en esta tesis, es decir, haciendo una propuesta de mejora a las canteras Elías y Dulong se llega a la conclusión que:

1.- Al comparar la adiciones a las canteras de Elías y Dulong de 1.5%, 2.0%, 2.5% y 3.0% de cal nos demuestra que al adicionarle el aglomerante la resistencia del afirmado mejora según la adición adecuada para cada cantera, en la cual de la cantera Elías su proporción optima al 100% es de 2.0% y de la cantera de Dulong al 100% es de 2.5%.

2.- El afirmado de la cantera de Elías en estado natural nos muestra un CBR al 100% de 74.58 % en la cual es muy bajo con lo que no llega a cumplir con la norma CE O10 pavimentos urbanos y en el afirmado optimizado con cal es de 2.0% con un CBR al 100% de 88.57% donde llega a mejorar la calidad del afirmado. El afirmado de la cantera de Dulong en estado natural nos muestra un CBR al 100% de 76.30% siendo esto no llega a cumplir con la norma CE O10 pavimentos urbanos y en el afirmado optimizado con cal es de 2.5% con un CBR al 100% de 86.79% en la cual llegamos a la conclusión que la cal mejora al afirmado de las canteras mencionadas.

3.- Como última conclusión demostramos que es mejor adicionarle cal al afirmado ya que reduce tiempo en obra, ya que se trabajaría con un parámetro ya dado y cumpliendo con la norma CE 010 de pavimentos urbanos en el costo sería para la cantera de Elías de S/. 36 por m<sup>3</sup> y para la cantera de Dulong es de S. / 37 por m<sup>3</sup> para mejorarlo con Cal y así obtener mejor material de préstamo.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Luego de haber concluido la investigación, se pueden realizar algunas recomendaciones:

- Se le recomienda al propietario de la cantera de Jaime Elías mejorar su afirmado adicionado un 2.0% de cal según el peso en m<sup>3</sup> para que pueda mejorar su resistencia y mejore la calidad del material.
- Así mismo también se le recomienda realizar ensayos completos para un afirmado optimizado para determinar que cumpla con la norma

- También se le recomienda adicionarle cal para un óptimo material y en los costos no se es tan factible por que sale costando el doble de precio establecido.
- Se le recomienda al propietario de la cantera de Eugenio Dulong que mejorare su afirmado con un 2.5% de cal según el peso para que pueda mejorar su resistencia y mejore la calidad del material.
- También se le recomienda a la cantera de Dulong adicionarle cal para un mejorar el material y en los costos no se es tan factible por que sale costando mucho más del precio establecido.
- Se les recomienda a las canteras de Elías y Dulong adicionarle Cal al afirmado por que mejora la calidad del material y así cumpla con los parámetros de la norma CE O10 pavimentos urbanos con todos los ensayos establecidos.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

DURAVIA Concretando Caminos [en línea]. Lima: "Estructura del Pavimento" 2011 [fecha de consulta: 30/04/2016]. Disponible en:  
<http://www.duravia.com.pe/category/conoce-el-pavimento>.

ESCUELA Superior Técnica de Ávila. Asignatura: Ciencia y Tecnología de los Materiales. Ávila: Escuela Superior Técnica, 2015, 128 pp.

Disponible en: <http://ocw.usal.es/enseanzas-tecnicas/ciencia-y-tecnologia-delos-materiales/contenido/TEMA%202-%20LA%20CAL.pdf>

MANRIQUE, Annie. Influencia de la Escoria Negra en las propiedades físicas – mecánicas del afirmado de la Cantera “La sorpresa” de Coishco para base en obras de pavimentación, 2016. Tesis (Titulación en Ingeniería Civil). Chimbote: Universidad César Vallejo, 77 pp.

MELGAREJO, Rodil, MORALES, Gianmarco. “Estabilización de suelos con cal en la carretera Sihuas San Juan, Distrito de San Juan Provincia de Sihuas – Ancash“. Tesis (Titulación en Ingeniería Civil). Chimbote: Universidad San Pedro, 2014, 83 pp.

MENDENDEZ, José. Ingeniería de Pavimentos -Materiales. 5ª edición. Lima: PT47, 2016. 161-162 pp.

MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones. Manual de Carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos – sección suelos y pavimentos.4.a ed. 2015. 198 pp.

MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones. Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” 115 Sección: Suelos y Pavimentos. Lima, 2013, 346 pp.

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

MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones. ASTM D-1883, AASHTO T-193, J. E. Bowles (Experimento N° 19). MTC E 132-2000. Primer taller de mecánica de suelos – marzo 2006. Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia, 2006, 11 pp. Disponible en: [http://www.lms.uni.edu.pe/labsuelos/MODOS%20OPERATIVOS/](http://www.lms.uni.edu.pe/labsuelos/MODOS%20OPERATIVOS/CBR.pdf)  
[CBR.pdf](http://www.lms.uni.edu.pe/labsuelos/MODOS%20OPERATIVOS/CBR.pdf)

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Reglamento Nacional de edificaciones, Norma CE O10 Pavimentos Urbanos. Lima: Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción – SENCICO Gerencia de Investigación y Normalización, 2010, 79 pp.

Disponible en: <file:///C:/Users/CAROL/Downloads/CE.010PUrbanos.pdf>

MINISTERIO de Vivienda y urbanismo. Código de Normas y Especificaciones Técnicas de Obras de Pavimentación. Santiago Chile: Publicación N° 332 octubre 2008, 700 pp.

Disponible en:  
file:///C:/Users/CAROL/Downloads/Codigo\_de\_Normas\_MINVU\_1110165429228831373.pdf

MOVILLA, Diana. Optimización y Análisis del comportamiento de materiales tratados con cal en carreteras: Aplicación a lodos de tuneladora y mezclas bituminosas. Tesis (Doctoral en Ingeniería de caminos). España: Universidad de Cantabria, 2012, 263 pp.

Disponible en: file:///C:/Users/CAROL/Downloads/Tesis%20DMQ.pdf

PÉREZ, Rocío. Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como sub-rasantes mejorada y/o sub-base de pavimento en el año 2012. Tesis (Titulación en Ingeniera Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2012, 85 pp.

Disponible en: [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1313/1/perez\\_cr.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1313/1/perez_cr.pdf)

PLANE, Robert, y SIENKO, Michel J. (1969). Colección Ciencia Técnica Aguiar. En ECURED, 2017. Disponible en: <https://www.ecured.cu/Ca>.

SAMPEDRO, Ángel. Tratamiento de suelos con cal. Madrid: 2005. Disponible en: [http://anfagal.org/media/Biblioteca\\_Digital/Construccion/Estabilizacion\\_de\\_Suelos/JM-Tratamiento\\_de\\_suelos\\_con\\_cal\\_-ANCADE.pdf](http://anfagal.org/media/Biblioteca_Digital/Construccion/Estabilizacion_de_Suelos/JM-Tratamiento_de_suelos_con_cal_-ANCADE.pdf)

SANCHEZ, Fernando. Módulo 7: Materiales para base y sub-base. Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2015, 254 pp. Disponible en: <https://es.slideshare.net/castilloaroni/mdulo-7-materiales-para-base-y-subbasefernando-snchez-sabogal>

VALLE, Wilfredo. Estabilización de suelos arcillosos plásticos con mineralizadores en ambientes sulfurados. Tesis (Maestría en Ingeniería de caminos, canales y puertos) México: Universidad Politécnica de Madrid, 2010. Disponible en: [http://oa.upm.es/4512/1/TESIS\\_MASTER\\_WILFREDO\\_ALFONSO\\_VALLE\\_AREAS.pdf](http://oa.upm.es/4512/1/TESIS_MASTER_WILFREDO_ALFONSO_VALLE_AREAS.pdf)

# ANEXO 01

# INSTRUMENTOS

**: TESIS " OPTIMIZACIÓN DE AFIRMADO PARA PAVIMENTACIÓN, DE LAS PROYECTO CANTERAS ELIAS Y DULONG ADICIONANDOLE CAL.**

**SOLICITA : EST.MENDEZ SALDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL**

**UBICACIÓN : Distrito: Nuevo Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash**

**FECHA : 05/09/16 AFIRMADO**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
(ASTM – D421)

PESO INICIAL SECO (gr)			
PESO LAVADO Y SECO gr) (			
MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (grs)	% PASA
3"	76.000		
2"	50.800		
1 ½"	38.100		
1"	25.400		
¾"	19.050		
½"	12.500		
3/8"	9.525		
Nº 4	4.760		
Nº 10	2.000		
Nº 20	0.840		
Nº 40	0.420		
Nº 60	0.250		
Nº 100	0.150		
Nº 200	0.074		
< Nº200			

**PROYECTO** : **TESIS " OPTIMIZACIÓN DE AFIRMADO PARA PAVIMENTACIÓN, DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG ADICIONANDOLE CAL.**

**SOLICITA** : **EST.MENDEZ SALDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL**

**UBICACIÓN** : **Distrito: Nuevo Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash**

**FECHA** : **05/09/16 AFIRMADO**

**PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS**  
(ASTM D 5821)

A. Con 1 Cara Fracturada:

Tamaño del Agregado		Muestra (gr)	Material con Caras Fracturadas (gr)	Caras Fracturadas (%)	Retenido Gradación (%)	Promedio Caras Fracturadas
Pasa Tamiz	Ret. en Tamiz					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"					
1/2"	3/8"					
Total						
Porcentaje con 1 cara fracturada						

B. Con 2 o más cara fracturada.

Tamaño del Agregado		Muestra (gr)	Material con Caras Fracturadas (gr)	Caras Fracturadas (%)	Retenido Gradación (%)	Promedio Caras Fracturadas
Pasa Tamiz	Ret. en Tamiz					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"					
1/2"	3/8"					
Total						
Porcentaje con 2 o más cara fracturada						

**PROYECTO** : **TESIS " OPTIMIZACIÓN DE AFIRMADO PARA PAVIMENTACIÓN, DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG ADICIONANDOLE CAL.**

**SOLICITA** : **EST.MENDEZ SALDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL**

**UBICACIÓN** : **Distrito: Nuevo Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash**

**FECHA** : **05/09/16 AFIRMADO**

### EQUIVALENTE DE ARENA

ASTM D – 2419

DETERMINACION Nº	1	2	3
SATURACION (HORA INICIAL)			
SATURACION (HORA FINAL)			
PRUEBA DE ENSAYO ( HORA INICIAL)			
PRUEBA DE ENSAYO (HORA FINAL)			
LECTURA – ARCILLA RETENIDA (plg)			
LECTURA – ARENA RETENIDA (plg)			
EQUIVALENTE DE ARENA (%)			
EQUIVALENTE DE ARENA PROMEDIO (%)			
		EA=	

### ENSAYO DE ABRASIÓN DE LOS ANGELES

ASTM C – 535

ABRASION DE LOS ANGELES	
Gradación empleado	
Numero de revoluciones	
Peso inicial (gr)	
Peso final Nº12 (gr)	
Coeficiente de desgaste %	

**PROYECTO : TESIS “OPTIMIZACIÓN DE AFIRMADO PARA PAVIMENTACIÓN, DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG ADICIONANDOLE CAL.**

**SOLICITA : EST.MENDEZ SALDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL**

**UBICACIÓN : Distrito: Nuevo Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash**

**FECHA : 20/07/16 AFIRMADO**

### ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

ASTM D1557/91

PRUEBA Nº	1	2	3	4	5
PESO SUELO + MOLDE					
PESO MOLE					
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO					
VOLUMEN DEL MOLDE					
PESO VOLUMETRICO HUMEDO					
RECIPIENTE Nº					
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA					
PESO DEL SUELO SECO + TARA					
TARA					
PESO DE AGUA					
PESO DEL SUELO SECO					
CONTENIDO DE AGUA					
PESO VOLUMETRICO SECO					
			DENSIDAD MAXIMA (gr/cm3)		
			HUMEDAD OPTIMIA (%)		

**PROYECTO** : **TESIS " OPTIMIZACIÓN DE AFIRMADO PARA PAVIMENTACIÓN, DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG ADICIONANDOLE CAL.**

**SOLICITA** : **EST.MENDEZ SALDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL**

**UBICACIÓN** : **Distrito: Nuevo Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash**

**FECHA** : **20/07/16 AFIRMADO**

**RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)**  
**ASTM D-1883**

Molde Nº	1		2		3	
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo						
Peso de molde (g)						
Peso del Suelo Húmedo (g)						
Volumen del molde (cm3)						
Densidad húmeda (g/cm3)						
Tara (Nº)						
Peso suelo humero + Tara (g)						
Peso suelo seco + tara (g)						
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)						
Peso de suelo seco (g)						
Contenido de humedad (%)						
Densidad seca (g/cm3)						

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPAN	ION	DIAL	EXPANSION	DIAL	EXOPANSION	DIAL	

PENETRACION (pulgadas)	CARGA STAND.	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº2				MOLDE Nº3			
		CARGA		CORRE CION		CARGA		CORR CCION		CARGA		CORRECCION	
0.000													
0.025													
0.050													
0.075													
0.100													
0.125													
0.150													
0.175													
0.200													
0.250													
0.300													
0.400													
0.500													

**ANEXO 02**



**NORMAS**

**ANEXOS:**

ENSAYO	NORMA	REQUERIMIENTOS	
		<3000 msnmm	>= 3000 msnmm
Partículas con una Cara Fracturada	MTC E210-2000	80 % máximo	
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E210-2000	40% mínimo	50% mínimo
Abrasión Los Ángeles	NTP 400.019:2002	40% máximo	
Sales Solubles	NTP 339.152:2002	0.5% máximo	
Perdida con Sulfato de Sodio	NTP 400.016:1999	-	12% máximo
Perdida con Sulfato de Magnesio	NTP 400.016:1999	-	18% máximo

FUENTE: NTP CE.010 PAVIMENTOS URBANOS

**TABLA N. ° 1: REQUERIMIENTO DE CALIDAD PARA BASE**

Elemento/ Tipo de Pavimento		Flexible	Rígido	Adoquines
Sub-rasante		95% de compactación: Suelos Granulares – Proctor Modificado Suelos Cohesivos – Proctor Estándar		
		Espesor compactado: >= 250 mm – Vías locales y colectoras >= 300 mm – Vías arteriales y expresas		
Sub-base		CBR >= 40% 100% Compactación Proctor Modificado	CBR >= 30% 100% compactación Proctor Modificado	
Base		CBR >= 80% 100 % Compactación Proctor Modificado	N.A	CBR >= 80% 100 % Compactación Proctor Modificado
Imprimación/capa de apoyo		Penetración de la Imprimación >= 5 mm	N.A	Cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 a 40 mm.
Espesor de la capa de rodadura	v. Locales	>= 50mm	>= 150mm	>= 60mm
	V. colectoras	>= 60mm		>=80mm
	V. Arteriales	>=70mm		NR
	V. Expresas	>=80mm		>= 200mm

FUENTE: NTP CE.010 PAVIMENTOS URBANOS

**TABLA Nº 2: REQUISITOS MÍNIMOS PARA PAVIMENTOS**

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA EN PESO			
	GRADACION A	GRADACION B	GRADACION C	GRADACION D
50 mm (2")	100	100	-	-
25 mm (1")	-	75-95	100	100
9.5 mm (3/8")	30-65	40-75	50-85	60-100
4.75 mm (Nº4)	25-55	30-60	35-65	50-85
2.0 mm (Nº10)	15-40	20-45	25-50	40-70
4.25 um (Nº40)	8-20	15-30	15-30	25-45
75 um (Nº200)	2-8	5-15	5-15	8-15

FUENTE: NTP CE010 PAVIMENTOS URBANOS

**TABLA Nº 3: REQUERIMIENTOS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO PARA BASE**

ENSAYO	NORMA	REQUERIMIENTOS	
		<3000 msnmm	>= 3000 msnmm
Índice Plástico	MTC E210-2000	4% máximo	2% máximo
Equivalente de Arena	MTC E210-2000	35% mínimo	45% mínimo
Sales Solubles	NTP 400.019:2002	0.5% máximo	
Índice de Durabilidad	NTP 339.152:2002	35% mínimo	

FUENTE: NTP CE.010 PAVIMENTOS URBANOS

**TABLA Nº4: REQUERIMIENTOS GRANULOMÉTRICOS DEL AGREGADO FINO PARA BASE**

# **ANEXO 03**

---

## **OPERACIONALIZACION DE VARIABLES**

**ANEXO Nº 3: CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES:**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>VD: Optimización de calidad del afirmado</b>	Es un agregado en la cual es utilizada para ser procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas en obras de pavimentación	Para obtener la optimización del afirmado se realizaran en el laboratorio todos los ensayos referentes al control de calidad de los agregados, para determinar si estos cumplen las propiedades óptimas para ser utilizadas como: la gradación correcta, la altura de partículas arenosas en suspensión de árido, el desgaste de los agregados, sales totales que contiene el afirmado.	Ensayo Granulométrico	Razón
			Equivalente de Arena	Razón
			Porcentaje de Caras fracturas en los agregados	Razón
			Relación de soporte california (C.B.R)	Razón
			Ensayo de Abrasión de los Ángeles	Razón
			Proctor Modificado	Razón

<b>VI:</b> LA CAL	La cal es un material que tiene como componentes ayudar o mejorar la resistencia o relación de soporte así mismo reduce la plasticidad en suelos arcillosos.	Se Adicionará cal en porcentajes de 1.5 ,2.0 a 3% para determinar cuál será el porcentaje óptimo.	Análisis Químico	Razón
----------------------	--	---	------------------	-------

#### ANEXO N° 2 MATRIZ DE ELABORACIÓN DE INSTRUMENTO

VARIABLE	INDICADORES	ITEMS	ESCALA VALORATIVA
<b>VD:</b> <b>Optimización de Cal del afirmado</b>	Ensayo Granulométrico	¿Qué tipo de gradación granulométrica tiene el afirmado de la cantera “Elías y Dulong”?	a) Gradación A b) Gradación B c) Gradación C d) Gradación D
	Malla N° 2”	¿Cumple con 100 % del material pasante según Norma?	a) Si b) no
	Malla N° 1”	¿Cumple con 75-95 % del material pasante según Norma?	a) Si b) No
	Malla N° 3/8	¿Cumple con 40 – 75 % del material pasante según Norma?	a) Si b) No

	Malla N° 4	¿Cumple con 30 – 60 % del material pasante según Norma?	a) Si b) No
	Malla N° 10	¿Cumple con 20 – 45 % del material pasante según Norma?	a) Si b) No

	Malla N° 40	¿Cumple con 15 – 30 % del material pasante según Norma?	a) Si b) No
	Malla N° 200	¿Cumple con 5 – 15 % del material pasante según Norma?	a) Si b) No
	Equivalente de Arena	¿Se llegó al 35% mínimo del equivalente de arena según norma?	a) Si b) No
	Porcentaje de Caras fracturas en los agregados	¿Se obtuvo el 80% mínimo requerido para partículas con una cara fracturas según norma?	a) Si b) No

		¿Se llegó a un 40% mínimo requerido para partículas con dos caras fracturas según norma?	a) Si b) No
	Relación de soporte california (C.B.R)	¿Se llegó a obtener más del 80% adicionándole cal?	a) Si b) No
	Proctor Modificado	¿Se obtuvo una Densidad y un Contenido de Humedad Optima?	a) Si b) No
	Ensayo de Abrasión de los Ángeles	¿Se llegó al 40% máximo en la realización del ensayo de abrasión los ángeles según norma?	a) Si b) No



# **ANEXO 04**

# **MATRIZ DE**

# **CONSISTENCIA**

---

## **ANEXO N°4: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

### **TÍTULO:**

**OPTIMIZACIÓN DE AFIRMADO PARA PAVIMENTACIÓN, DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG ADICIONANDOLE CAL.**

### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**Administración y Seguridad en la Construcción**

### **DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:**

Hoy en día, en nuestra localidad se han realizado diversos tipos de obras de pavimentación, en la cual, en la elaboración del afirmado para sub-base y base el material que se viene utilizando de las diferentes canteras no llega ser el adecuado para las obras de pavimentación en nuestra localidad asimismo llegando a realizar un gasto económico en la realización de la obra por la mala calidad, en la cual quiero dar a mejorar el material adicionándole cal para la mejora de esta. La calidad del afirmado es un factor fundamental para una óptima pavimentación, pero ésta no se logra ya que el material presenta un déficit por eso a la hora de realizar en ensayo de CBR, no llega a obtener los parámetros adecuados para una sub-base y base.

Es adecuado dar una solución práctica y eficiente para poder construir vías más resistentes que cumplan con el periodo de vida adecuado. Actualmente En Chimbote sufre un gran problema que parece imposible de resolver: el tránsito. Este es un problema causado por diferentes factores, entre los que encontramos la excesiva

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	JUSTIFICACIÓN
--------------------------	-----------	-----------	---------------

<p>¿Cuál es la proporción óptima de cal para mejorar las propiedades física- mecánicas del afirmado para pavimentación?</p>	<p><b>General:</b> Determinar la proporción óptima de cal para mejorar las propiedades física- mecánicas de afirmado para pavimentación.</p>	<p>La proporción óptima de cal para mejorar las propiedades físico- mecánicas de la pavimentación es 3%</p>	<p>Con la optimización con cal, para el afirmado de las canteras designadas se pretende solucionar las complicaciones que resultan un déficit en las carreteras, en la cual consta con diferentes capas de un pavimento pero la primordial es la base, en la cual cuenta con una mala calidad del material y los problemas de no tener disposición de muchas canteras en Chimbote y trabajar con material que no se encuentran en óptimas condiciones es recomendable dar alternativas de solución para mejorar calidad del afirmado para base. Así mismo proponiendo mejorar añadiéndole cal en porcentajes de 1.5, 2.0 y 3% en volumen sabiendo determinar el mejor porcentaje adecuado y óptimo que cumplan con una base para pavimentos y tengan asimismo una vida útil y larga de aproximadamente 20 años a más, ya que ahora en nuestra localidad sabemos que el incremento de transportes ha aumentado notoriamente y eso hace que soporte más cargas al pavimento. También al momentos de realizar los ensayos requeridos según reglamento de pavimentos urbanos tienes que cumplir con la norma del MTC de RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) y todos los ensayos que se realizan según norma para una pavimentación en la cual nos brinden unos resultados adecuados, ya que nuestra localidad el material que se analiza de las canteras siempre llega a obtener observaciones.</p>
	<p><b>Específicos:</b> -Elaborar y comparar los ensayos con 1.5%, 2.0% a 3 % de cal y observar su reacción. -Elaborar y comparar el afirmado de cantera en estado natural y afirmado optimizado -Elaborar los costos comparativos del afirmado optimizado con cal y afirmado sin cal</p>		

**ANEXO 05**



**PANEL**

**FOTOGRAFICO**



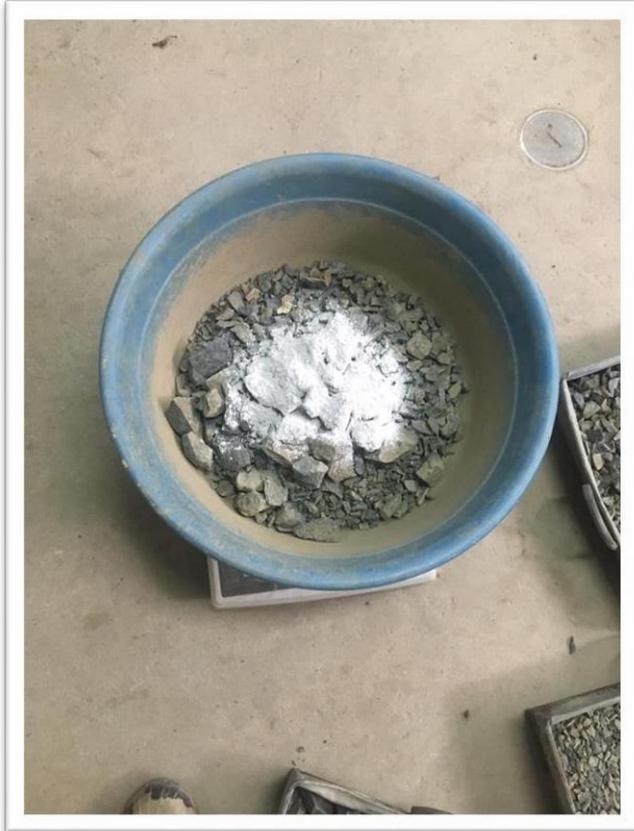
**IMAGEN N°1**

Muestreo del afirmado para proporcionar la cantidad de grava y arena para la granulometría este material se extrajo de las canteras Dulong y Elías.

**IMAGEN N°2**

Realización de Proctor Modificado para Poder determinar la cantidad de agua que Requiere el material y la densidad seca Que determina este ensayo.



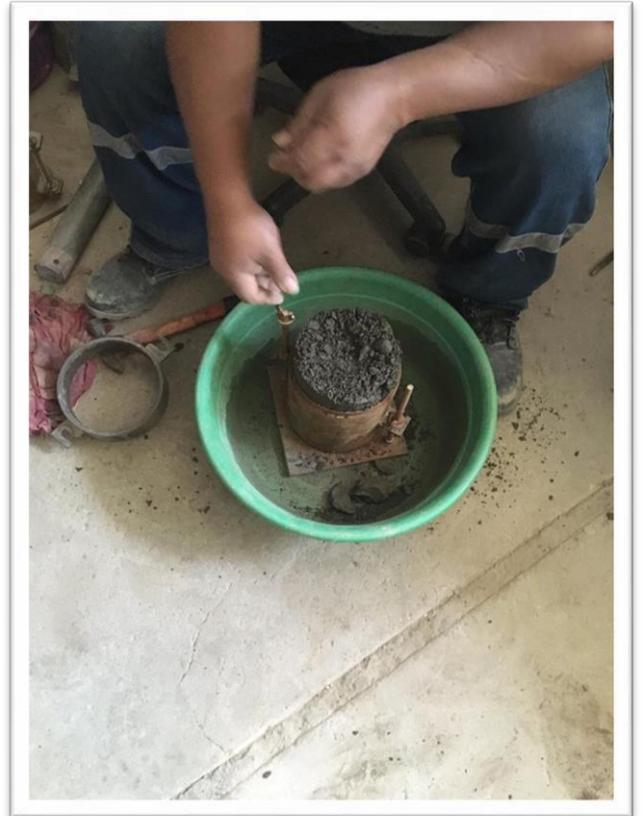


**IMAGEN N°3**

Bandeja de afirmado con cal para poder determinar la relación de soporte que llegara a cumplir según la adición establecida.

#### IMAGEN N°4

Molde de Proctor Modificado ya culminado con el Porcentaje de humedad adecuado y Una densidad relativa según el material.



#### IMAGEN N°5

Porcentajes de cal que se determina Según el peso del material y la Proporción adecuada según ya Establecido según el manual de carreteras

### IMAGEN N°6

Bandeja de afirmado mezclado

Con Cal, entreverándolo para

Adicionarle un porcentaje de agua

Adecuado según cada capa Establecida.



### IMAGEN N°7

Material tamizado por las mallas 4,3/4, 3/8, 1/2, 1" para tener una Proporción adecuada, para los Ensayos correspondientes de Proctor Modificado y CBR

### IMAGEN N°8

Moldes de los CBR culminados  
Para poder dejarlo en la poza de  
Agua para que cumpla los  
Días de saturación en 4 días  
Ya dado en el manual de  
Carreteras.

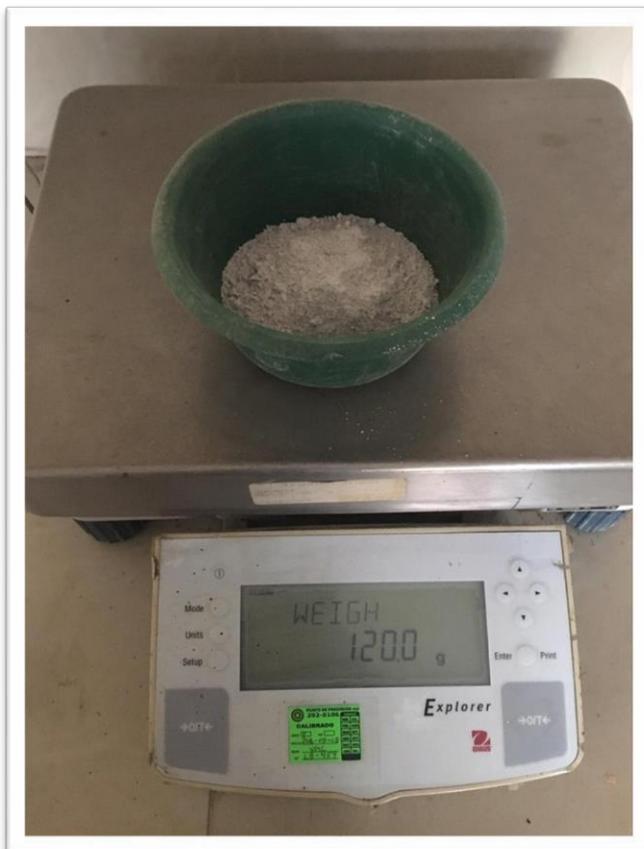


### IMAGEN N°9

Máquina de penetración en la cual  
Se encarga de simular las cargas  
Que origina un vehículo y determinar  
el % de CBR en la que se encuentra  
El afirmado.

### IMAGEN N°10

Estas máquinas nos demuestran  
La carga que se le va brindando al  
material El desplazamiento que se  
obtiene.



### IMAGEN N°11

Adición de 120 gr de cal que se  
Le brinda al afirmado para la realización De  
Proctor y CBR.

**IMAGEN N° 12**

Material mezclado con la cal y Agua para determinar el Contenido de humedad y densidad Del material.



**IMAGEN N° 13**

Este es el molde con el material después de haber sido penetrado y llegando a su punto máximo de soporte.

### IMAGEN N°14

Esta parte de la maquina nos  
Mientras va subiendo nos muestra el  
desplazamiento que se le da.



### IMAGEN N°15

Este ensayo de equivalente de arena  
Nos demuestra la relación de arenas  
Y finos del material para poder  
Ver la cantidad de arcillo o polvo  
Fino que contiene.

### IMAGEN N°16

Esta máquina es la de Abrasión los  
Ángeles en Cual nos permite ver el  
desgaste de la piedra Que simula esta  
máquina.



# RESULTADOS DE

## ANEXO 06

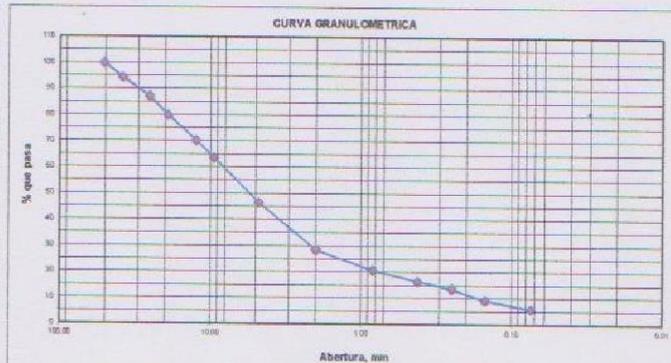
# LOS ESTUDIOS

# DE SUELOS

<b>Proyecto</b>	: OPTIMIZACIÓN DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG, ADICIONANDOLE CAL		
<b>Solicita</b>	: Est. MENDEZ SILDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL	<b>Fecha</b>	: 02/08/16
<b>Region</b>	: ANCASH	<b>Provincia</b>	: SANTA
<b>Cantera</b>	: ELIAS	<b>Muestra</b>	: AFIRMADO
		<b>Distrito</b>	: CHIMBOTE

### 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

<b>Peso Inicial Seco, [gr]</b>	6899.30		
<b>Peso Lavado y Seco, [gr]</b>	398.40		
<b>Mallas</b>	<b>Abertura [mm]</b>	<b>Peso Retenido [grs]</b>	<b>% Pasa</b>
3"	76.000		
2"	50.800	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	379.50	94.34
1"	25.400	471.90	87.29
3/4"	19.050	494.30	79.91
1/2"	12.500	653.20	70.16
3/8"	9.525	442.90	63.55
N° 4	4.750	1148.30	46.41
N° 10	2.000	1192.40	28.61
N° 20	0.840	531.70	20.68
N° 40	0.420	284.10	16.43
N° 60	0.250	180.80	13.74
N° 100	0.150	291.70	9.38
N° 200	0.074	230.10	5.95
< N° 200		6300.90	



### 2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

#### A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. No de Golpes		
2. Peso Tara, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		
5. Peso Agua, [gr]	(3)-(4)	
6. Peso Suelo Seco, [gr]	(4)-(2)	
7. Contenido de Humedad, [%]	(5)/(6)x100	

**NO PRESENTA**

#### B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)x100	

**NO PLASTICO**



### 3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. Peso Tara, [gr]		5
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		85.30
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		345.20
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	5.00
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	254.90
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)x100	1.96



### RESUMEN

Grava (No.4 < Diam < 3")	53.59%
Grava Gruesa (3/4" < Diam < 3")	20.09%
Grava Fina (N°4" < Diam < 3/4")	33.50%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	40.46%
Arena Gruesa (No.10 < Diam < No.4)	17.80%
Arena Media (No.40 < Diam < No.10)	12.16%
Arena Fina (No.200 < Diam < No.40)	10.49%
Finos (Diam < No.200)	5.95%
Límite Líquido	-
Límite Plástico	N.P.
Índice Plasticidad	N.P.
Contenido de Humedad	1.96%
Clasificación SUCS	GP
Clasificación AASHTO	A-1-a(0)

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Montillo Trujillo  
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 58738  
REG. CONSUCODE C2654

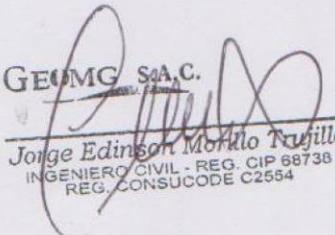
Realizado por: JAM  
Revisado por: JMT

Urb. Bellamar II Etapa Mz. B2 - Lt. 8 - 9 Nuevo Chimbote, Santa, Ancash  
 Claro: 943355197 / Entel: 998185953 / E-mail: geomg17@yahoo.es - informes@geomsac.com  
 www.geomsac.com

<b>OBRA</b>	: OPTIMIZACIÓN DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS DE LAS CANTERASELIAS Y DULONG, ADICIONANDOLE CAL		
<b>SOLICITA</b>	: Est. MENDEZ SALDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL		
<b>UBICACIÓN</b>	: Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>Fecha</b>	: 03/08/16
<b><u>DATOS DE LA MUESTRA</u></b>			
<b>PROCEDENCIA DE LA MUESTRA</b>	: CANTERA DE ELIAS		
<b>USO DEL MATERIAL</b>	: AFIRMADO		

### EQUIVALENTE DE ARENA ASTM D - 2419

DETERMINACION N°	1	2	3
Saturación (hora inicial)	2:20 PM	2:22 PM	2:24 PM
Saturación (hora final)	2:30 PM	2:32 PM	2:34 PM
Prueba de ensayo (hora inicial)	2:32 PM	2:34 PM	2:36 PM
Prueba de ensayo (hora final)	2:52 PM	2:54 PM	2:56 PM
Lectura - Arcilla retenida (pulg)	6.1	6.2	5.7
Lectura - Arena retenida (pulg)	3.5	3.5	3.7
Equivalencia de arena (%)	57.8	56.3	63.7
Equivalencia de arena promedio (%)	59.27		
<b>EA =</b>		<b>59%</b>	

  
**GEOMG S.A.C.**  
 Jorge Edinson Morillo Trujillo  
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
 REG. CONSUCODE C2554



V°B°: .....

<b>Proyecto</b>	: OPTIMIZACION DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG, ADICIONANDOLE CAL		
<b>Solicita</b>	: EST. MENDEZ SALDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL		
<b>Ubicación</b>	: Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash		<b>Muestra</b> : AFIRMADO
<b>Cantera</b>	: ELIAS		<b>Fecha</b> : 04/08/2016

**PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS**  
(ASTM D-5821)

**A. Con 1 Cara Fracturada**

Tamaño del Agregado		Muestra (gr.)	Material con Caras Fracturadas (gr.)	Caras Fracturadas (%)	Retenido Gradacion Original (%)	Promedio Caras Fracturadas
Pasa Tamiz	Ret. en Tamiz					
1 1/2"	1"	2000.8	228.4	11.42	7.21	82
1"	3/4"	1523.5	196.3	12.88	70.68	911
3/4"	1/2"	1204.7	140.5	11.66	21.24	248
1/2"	3/8"	336	45.8	13.63	0.83	11
<b>Total</b>					100	1252
<b>Porcentaje con 1 Cara Fracturada</b>				<b>13%</b>		

**B. Con 2 o Mas Cara Fracturada**

Tamaño del Agregado		Muestra (gr.)	Material con Caras Fracturadas (gr.)	Caras Fracturadas (%)	Retenido Gradacion Original (%)	Promedio Caras Fracturadas
Pasa Tamiz	Ret. en Tamiz					
1 1/2"	1"	2000.8	1772.4	88.58	7.21	638.82
1"	3/4"	1523.5	1327.2	87.12	70.68	6157.14
3/4"	1/2"	1204.7	1064.2	88.34	21.24	1875.91
1/2"	3/8"	336	290.2	86.37	0.83	71.77
<b>Total</b>					99.96	8743.64
<b>Porcentaje con 2 o Mas Cara Fracturada</b>				<b>87%</b>		

*Observaciones: El agregado fue proporcionado por el solicitante.*

GEOMG S.A.C.

*Jorge Edinson Morillo Drujillo*  
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
REG. CONSUCODE C2554



<b>PROYECTO</b>	: OPTIMIZACIÓN DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS DE LAS CANTERASELIAS Y DULONG, ADICIONANDOLE CAL
<b>SOLICITA</b>	: Est. MENDEZ SALDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL
<b>Ubicacion</b>	: Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash
	<b>Fecha</b> : 03/08/16

### DATOS DE LA MUESTRA

<b>PROCEDENCIA DE LA MUESTRA</b>	: CANTERIA DE ELIAS
<b>USO DEL MATERIAL</b>	: AFIRMADO

### ENSAYO DE ABRASION DE LOS ANGELES (ASTM C-535)

ABRASION DE LOS ANGELES	
Gradación empleada	METODO "A"
Número de revoluciones	500
Peso inicial (gr)	5000.6
Peso final N°12 (gr)	4228
Coefficiente de desgaste %	15.45%

<b>PORCENTAJE DE DESGASTE :</b>	<b>15.45%</b>
---------------------------------	---------------

GEOMG S.A.C.

*Jorge Edinson Morillo Trujillo*  
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
REG. CONSUGODE C2554

WB°: .....



**ENSAYO DE COMPACTACION  
 PROCTOR MODIFICADO  
 ASTM-D1557/91  
 METODO "C"**

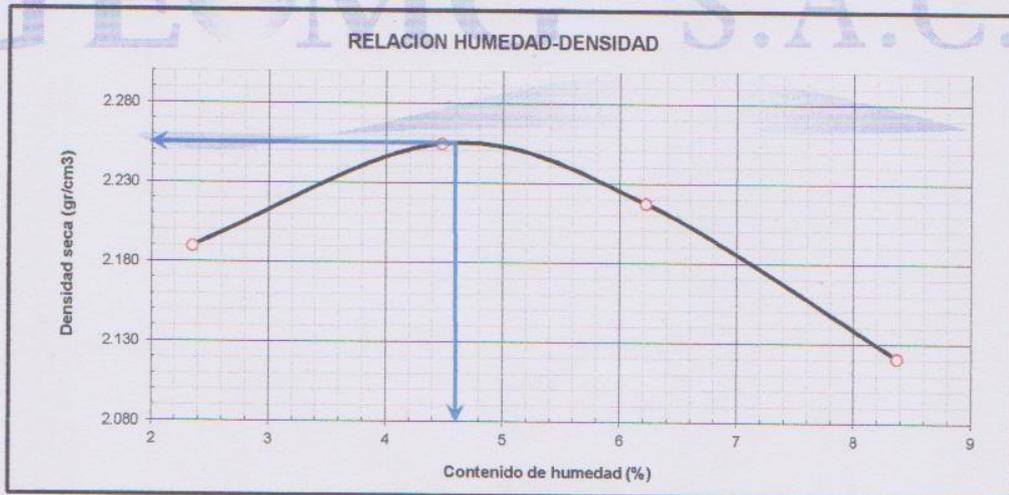
**PROYECTO** : OPTIMIZACION DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG, ADICIONANDOLE CAL.  
**SOLICITA** : Est. MENDEZ SALDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL  
**UBICACIÓN** : Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash  
**FECHA** : 06/08/16

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CANTERA** : ELIAS  
**MUESTRA** : AFIRMADO  
**CLASF. (SUCS)** : GP  
**CLASF. (AASHTO)** : A-1-a(0)

Peso suelo + molde	gr	8820.00	9060.00	9060.00	8940.00	
Peso molde	gr	4097.00	4097.00	4097.00	4097.00	
Peso suelo húmedo compactado	gr	4723.00	4963.00	4963.00	4843.00	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2107.00	2107.00	2107.00	2107.00	
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	2.24	2.36	2.36	2.30	
Recipiente N°		2	15	14	3	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	88.60	90.50	93.40	96.20	
Peso del suelo seco + tara	gr	87.10	87.60	89.30	90.50	
Tara	gr	23.20	22.80	23.40	22.40	
Peso de agua	gr	1.50	2.90	4.10	5.70	
Peso del suelo seco	gr	63.90	64.80	65.90	68.10	
Contenido de agua	%	2.35	4.48	6.22	8.37	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.190	2.255	2.218	2.121	
						Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )
						2.256
						Humedad óptima (%)
						4.60

**RELACION HUMEDAD-DENSIDAD**



EJECUTADO: J.M.

Responsable:



**GEOMG S.A.C.**  
 Jorge Edison Merillo Trujillo  
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 88738  
 REG. CONSUCODE C2554

## RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1883

**PROYECTO** : OPTIMIZACION DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG, ADICIONANDOLE CAL.  
**SOLICITA** : Est. MENDEZ SILDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL  
**UBICACIÓN** : Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash  
**FECHA** : 06/08/16

### DATOS DE LA MUESTRA

**CANTERA** : ELIAS **CLASF. (SUCS)** : GP  
**MUESTRA** : AFIRMADO **CLASF. (AASHTO)** : A-1-a(0)

### COMPACTACION

Molde N°	1		2		3	
	56		25		10	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11924.00	12107.00	12120.00	12487.00	11994.00	12096.00
Peso de molde (g)	7044.00	7044.00	7027.00	7027.00	7016.00	7016.00
Peso del suelo húmedo (g)	4880.00	5063.00	5093.00	5460.00	4978.00	5080.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2118.70	2118.70	2121.74	2121.74	2126.84	2126.84
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.303	2.390	2.400	2.573	2.341	2.389
Tara (N°)	6		23		14	
Peso suelo húmedo + tara (g)	100.10	5063.00	84.90	5460.00	82.70	5080.00
Peso suelo seco + tara (g)	98.50	4779.25	80.20	4707.54	78.20	4600.24
Peso de tara (g)	22.60	0.00	22.80	0.00	23.40	0.00
Peso de agua (g)	1.60	283.75	4.70	752.46	4.50	479.76
Peso de suelo seco (g)	75.90	4779.25	57.40	4707.54	54.80	4600.24
Contenido de humedad (%)	2.11	5.94	8.19	15.98	8.21	10.43
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.256	2.256	2.219	2.219	2.163	2.163

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
06/08/2016		00 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
07/08/2016	00:00	24 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
08/08/2016	00:00	48 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
09/08/2016	00:00	72 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00

### PENETRACION

PENETRACION Pulgadas	CARGA STAND. Lb/pulg <sup>2</sup>	MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION
		lb	lb	%	lb	lb	%	lb	lb	%
0.000		0			0			0		
0.025		465			348			224		
0.050		1067			764			582		
0.075		1770			1332			961		
0.100	1000	2224	2378	78.8	1746	1890	62.7	1308	1435	47.5
0.125		2845			2229			1665		
0.150		3530			2811			2096		
0.175		4004			3314			2595		
0.200	1500	4562	4402	97.3	3795	3607	79.7	3072	2835	62.6
0.250		5162			4409			3577		
0.300		6023			4989			4038		
0.400		6445			5396			4395		
0.500		6967			6061			5193		

EJECUTADO: J.M.



Responsable:

**GEOMG S.A.C.**  
**Jorge Edinson Morillo Trujillo**  
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
 REG. CONSUCODE C2554

## RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

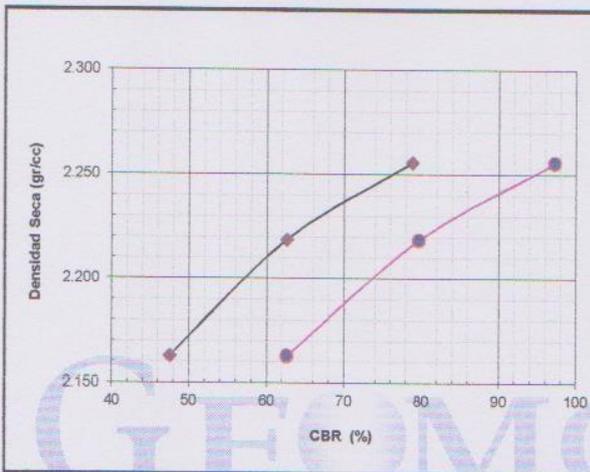
### ASTM D-1883

**PROYECTO** : OPTIMIZACION DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG, ADICIONANDOLE CAL.  
**SOLICITA** : Est. MENDEZ SILDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL  
**UBICACIÓN** : Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash  
**FECHA** : 06/08/16

### DATOS DE LA MUESTRA

**CANTERA** : ELIAS  
**MUESTRA** : AFIRMADO

**CLASF. (SUCS)** : GP  
**CLASF.(AASHTO)** : A-1-a(0)

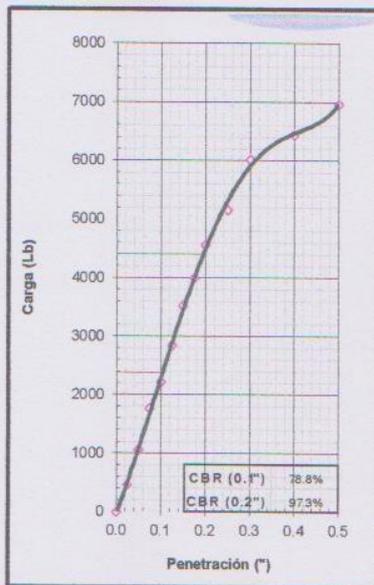


**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)** : 2.256  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 4.60

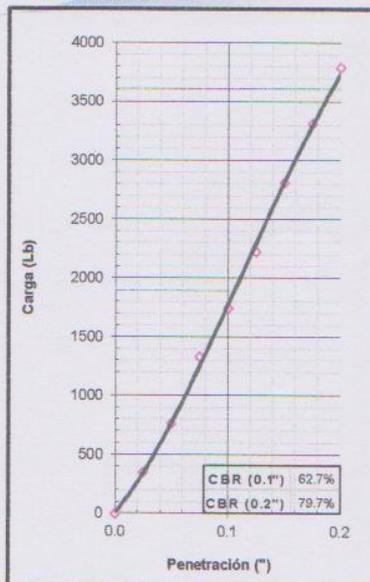
CBR AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 74.58	0.2": 92.72
CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 42.98	0.2": 57.28

### OBSERVACIONES:

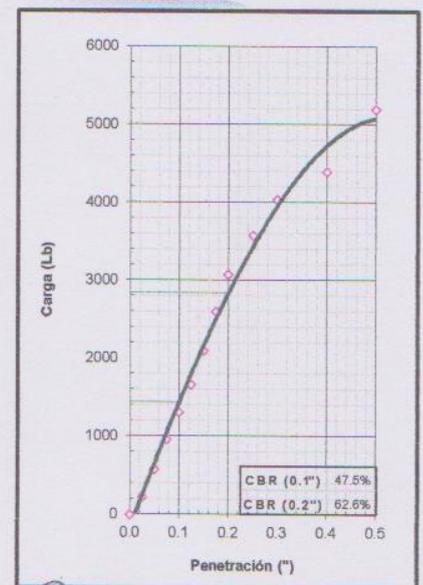
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 10 GOLPES



EJECUTADO: J.M.



Responsable:

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Mochilo Trujillo  
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
 REG. CONSUCODE C2554



## RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1883

**PROYECTO** : OPTIMIZACION DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG, ADICIONANDOLE CAL.  
**SOLICITA** : Est. MENDEZ SALDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL  
**UBICACIÓN** : Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash  
**FECHA** : 09/08/2016

### DATOS DE LA MUESTRA

**CANTERA** : ELIAS **ADICION:** 1.5 % de cal **CLASF. (SUCS)** : GP  
**MUESTRA** : AFIRMADO **CLASF. (AASHTO)** : A-1-a(0)

### COMPACTACION

Molde N°	1		2		3	
	56		25		10	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12492.00	12568.00	12408.00	12494.00	12448.00	12602.00
Peso de molde (g)	7366.00	7366.00	7397.00	7397.00	7602.00	7602.00
Peso del suelo húmedo (g)	5126.00	5202.00	5011.00	5097.00	4846.00	5000.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2120.53	2120.53	2120.28	2120.28	2115.06	2115.06
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.417	2.453	2.363	2.404	2.291	2.364
Tara (N°)	16		17		8	
Peso suelo húmedo + tara (g)	101.60	5202.00	79.50	5097.00	83.20	5000.00
Peso suelo seco + tara (g)	97.49	4861.99	76.80	4770.26	80.20	4602.48
Peso de tara (g)	21.80	0.00	23.30	0.00	23.50	0.00
Peso de agua (g)	4.11	340.01	2.70	326.74	3.00	397.52
Peso de suelo seco (g)	75.69	4861.99	53.50	4770.26	56.70	4602.48
Conenido de humedad (%)	5.43	6.99	5.05	6.85	5.29	8.64
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.293	2.293	2.250	2.250	2.176	2.176

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
09/08/2016		00 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
10/08/2016	00:00	24 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
11/08/2016	00:00	48 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
12/08/2016	00:00	72 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00

### PENETRACION

PENETRACION Pulgadas	CARGA STAND. Lb/pulg2	MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION
		lb	lb	%	lb	lb	%	lb	lb	%
0.000		0			0			0		
0.025		530			386			249		
0.050		1103			791			577		
0.075		1842			1366			1009		
0.100	1000	2371	2439	80.8	1858	1892	62.7	1445	1504	49.8
0.125		2908			2296			1770		
0.150		3598			2908			2180		
0.175		3982			3384			2676		
0.200	1500	4697	4541	100.3	3948	3792	83.8	3155	2920	64.5
0.250		5461			4562			3638		
0.300		6315			5470			4045		
0.400		6906			6398			4580		
0.500		7746			6967			5330		

EJECUTADO: J.M.



Responsable:

**GEOMG S.A.C.**  
 Jorge Edinson Morillo Trujillo  
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
 REG. CONSUCODE C2554

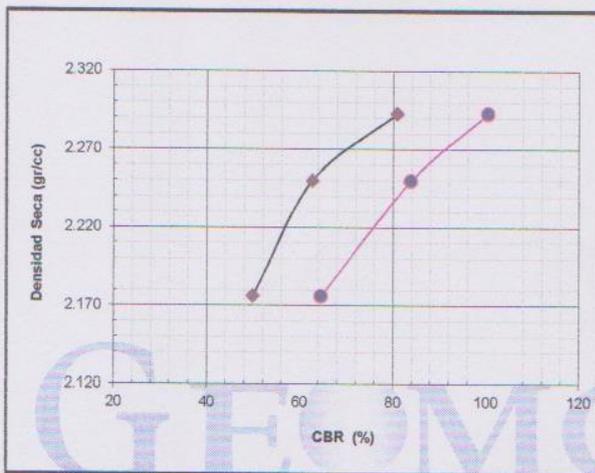
## RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

### ASTM D-1883

**PROYECTO** : OPTIMIZACION DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG, ADICIONANDOLE CAL.  
**SOLICITA** : Est. MENDEZ SILDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL  
**UBICACIÓN** : Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash  
**FECHA** : 09/08/2016

### DATOS DE LA MUESTRA

**CANTERA** : ELIAS  
**MUESTRA** : AFIRMADO  
 ADICION: 1.5 % de cal  
**CLASF. (SUCS)** : GP  
**CLASF.(AASHTO)** : A-1-a(0)

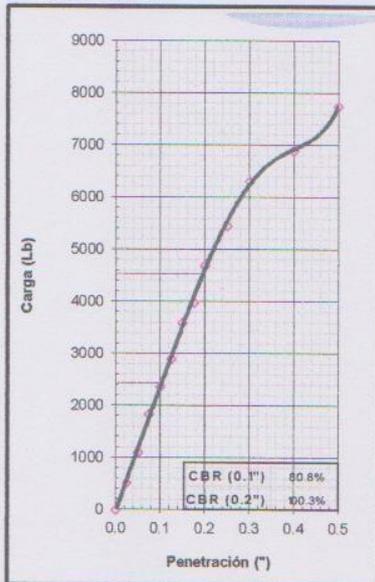


**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)** : 2.296  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 5.80

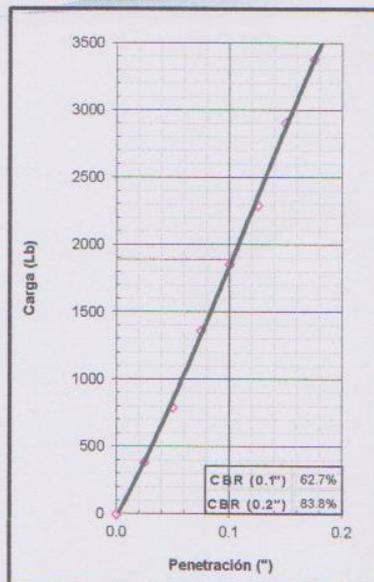
CBR. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	82.48	0.2"	101.71
CBR. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	49.98	0.2"	65.47

### OBSERVACIONES:

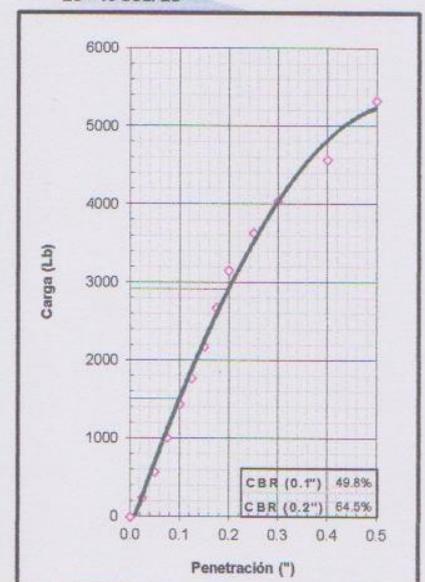
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 10 GOLPES



EJECUTADO: J.M.



Responsable:

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Morillo Trujillo  
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
 REG. CONSUCODE C2554

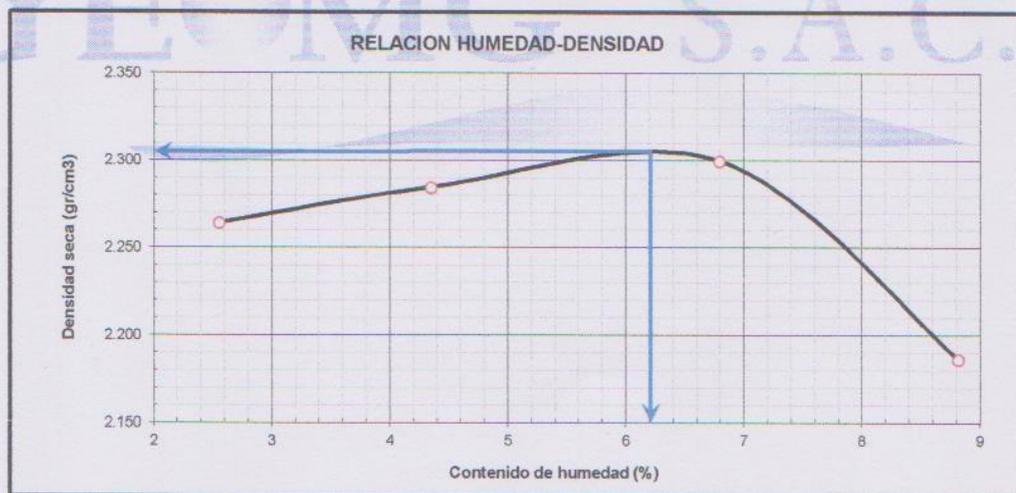
**ENSAYO DE COMPACTACION  
 PROCTOR MODIFICADO  
 ASTM-D1557/91  
 METODO "C"**

**PROYECTO** : OPTIMIZACION DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG, ADICIONANDOLE CAL.  
**SOLICITA** : Est. MENDEZ SILDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL  
**UBICACIÓN** : Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash  
**FECHA** : 11/08/16

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : ELIAS                      ADICION: 2.0 % de cal                      **CLASF. (SUCS)** : GP  
**MUESTRA** : AFIRMADO                      **CLASF. (AASHTO)** : A-1-a(0)

Peso suelo + molde	gr	8990.00	9120.00	9272.00	9110.00	
Peso molde	gr	4097.00	4097.00	4097.00	4097.00	
Peso suelo húmedo compactado	gr	4893.00	5023.00	5175.00	5013.00	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2107.00	2107.00	2107.00	2107.00	
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	2.32	2.38	2.46	2.38	
Recipiente N°		13	3	10	11	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	74.90	79.60	86.10	104.80	
Peso del suelo seco + tara	gr	73.60	77.20	82.10	98.10	
Tara	gr	22.70	22.00	23.20	22.10	
Peso de agua	gr	1.30	2.40	4.00	6.70	
Peso del suelo seco	gr	50.90	55.20	58.90	76.00	
Contenido de agua	%	2.55	4.35	6.79	8.82	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.264	2.285	2.300	2.186	
<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>						<b>2.306</b>
<b>Humedad óptima (%)</b>						<b>6.22</b>



EJECUTADO: J.M.



Responsable:

**GEOMG S.A.C.**  
*Jorge Edison Morillo Trujillo*  
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
 REG. CONSUCODE C2554

## RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

### ASTM D-1883

**LDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL**

PROYECTO : OPTIMIZACION DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG, ADICIONANDOLE CAL.

SOLICITA : Est. MENDEZ SALDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL.

UBICACIÓN : Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash

FECHA : 11/08/16

### DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : ELIAS ADICION: 2.0 % de cal CLASF. (SUCS) : GP  
MUESTRA : AFIRMADO CLASF. (AASHTO) : A-1-a(0)

### COMPACTACION

Molde N°	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12386.00	12448.00	12389.00	12476.00	12440.00	12643.00
Peso de molde (g)	7366.00	7366.00	7397.00	7397.00	7602.00	7602.00
Peso del suelo húmedo (g)	5020.00	5082.00	4992.00	5079.00	4838.00	5041.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2120.53	2120.53	2120.28	2120.28	2115.06	2115.06
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.367	2.397	2.354	2.395	2.287	2.383
Tara (N°)	14		7		17	
Peso suelo húmedo + tara (g)	115.70	5082.00	96.40	5079.00	93.60	5041.00
Peso suelo seco + tara (g)	113.22	4885.41	94.10	4832.98	89.50	4556.64
Peso de tara (g)	23.20	0.00	24.20	0.00	23.10	0.00
Peso de agua (g)	2.48	196.59	2.30	246.02	4.10	484.36
Peso de suelo seco (g)	90.02	4885.41	69.90	4832.98	66.40	4556.64
Contenido de humedad (%)	2.75	4.02	3.29	5.09	6.17	10.63
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.304	2.304	2.279	2.279	2.154	2.154

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
11/08/2016		00 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
12/08/2016	00:00	24 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
13/08/2016	00:00	48 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
14/08/2016	00:00	72 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00

### PENETRACION

PENETRACION Pulgadas	CARGA STAND. Lb/pulg2	MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION
		lb	lb	%	lb	lb	%	lb	lb	%
0.000		0			0			0		
0.025		703			460			341		
0.050		1299			892			667		
0.075		2011			1451			1123		
0.100	1000	2499	2611	86.6	1977	2006	66.5	1564	1606	53.2
0.125		3137			2416			1874		
0.150		3782			3018			2269		
0.175		4157			3508			2777		
0.200	1500	4903	4752	105.0	4052	3917	86.5	3283	3050	67.4
0.250		5638			4699			3807		
0.300		6593			5634			4160		
0.400		7322			6544			4760		
0.500		8360			7358			5510		

EJECUTADO: J.M.



Responsable:

GEOMG S.A.C.  
  
 Jorge Edinson Morillo Trujillo  
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
 REG. CONSUCODE C2554

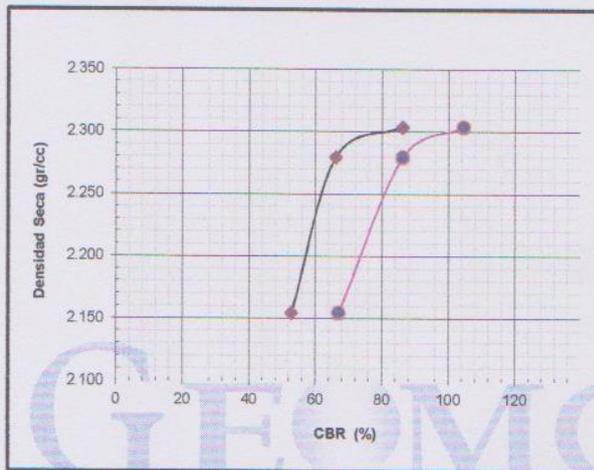
## RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

### ASTM D-1883

**PROYECTO** : OPTIMIZACION DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG, ADICIONANDOLE CAL.  
**SOLICITA** : Est. MENDEZ SALDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL  
**UBICACIÓN** : Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash  
**FECHA** : 11/08/16

### DATOS DE LA MUESTRA

**CALICATA** : ELIAS  
**MUESTRA** : AFIRMADO  
 ADICION: 2.0 % de cal  
**CLASF. (SUCS)** : GP  
**CLASF. (AASHTO)** : A-1-a(0)

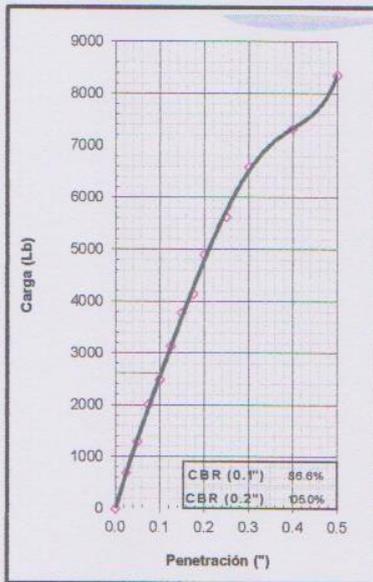


**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)** : 2.306  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 6.22

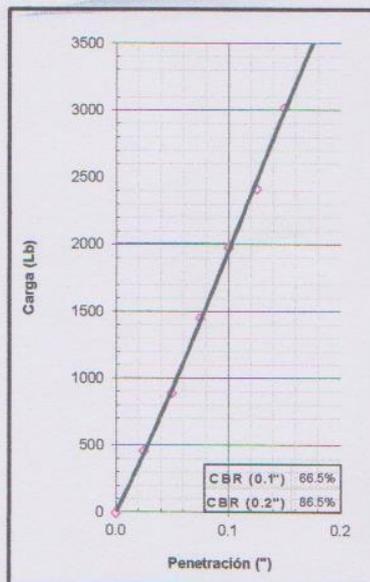
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	88.57	0.2":	106.83
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	41.68	0.2":	59.99

**OBSERVACIONES:**

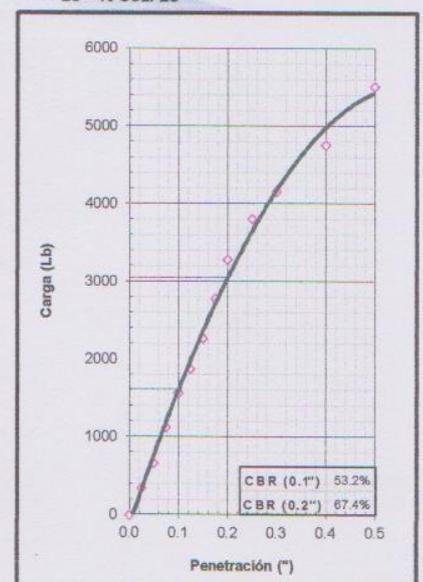
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 10 GOLPES



EJECUTADO: J.M.



Responsable:

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Morillo Trujillo  
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
 REG. CONSUCODE C2554

Urb. Bellamar II Etapa Mz. B2 - Lt. 8 - 9 Nuevo Chimbote, Santa, Ancash  
 Claro: 943355197 / Entel: 998185953 / E-mail: geomg17@yahoo.es - informes@geomsac.com  
 www.geomgsac.com

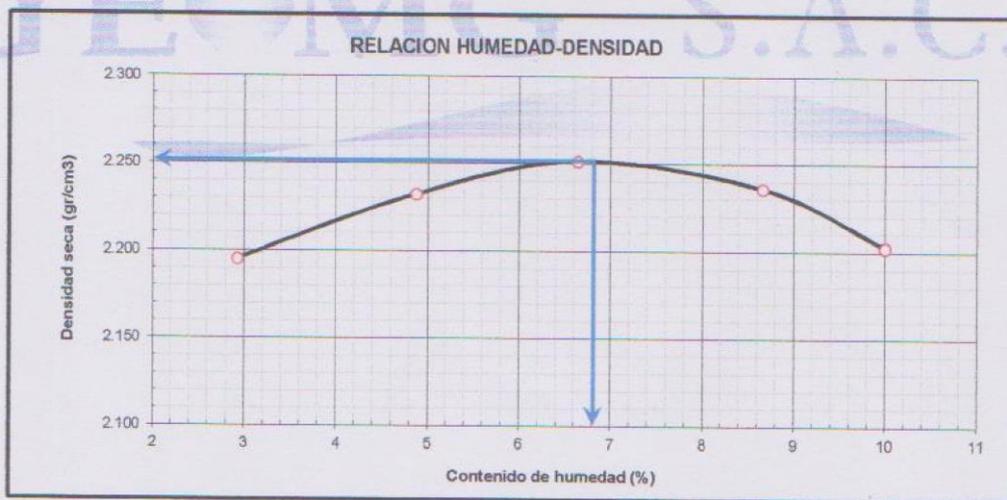
**ENSAYO DE COMPACTACION  
 PROCTOR MODIFICADO  
 ASTM-D1557/91  
 METODO "C"**

**PROYECTO** : OPTIMIZACION DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG, ADICIONANDOLE CAL.  
**SOLICITA** : Est. MENDEZ SALDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL  
**UBICACIÓN** : Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash  
**FECHA** : 08/09/2016

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CANTERA** : DULONG                      ADICION: 2.5 % de cal                      **CLASF. (SUCS)** : GP - GM  
**MUESTRA** : AFIRMADO                      **CLASF. (AASHTO)** : A-1-b

Peso suelo + molde	gr	8892.00	9064.00	9190.00	9250.00	9236.00
Peso molde	gr	4131.00	4131.00	4131.00	4131.00	4131.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4761.00	4933.00	5059.00	5119.00	5105.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2107.00	2107.00	2107.00	2107.00	2107.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	2.26	2.34	2.40	2.43	2.42
Recipiente N°		16	24	5	2	13
Peso del suelo húmedo+tara	gr	79.20	92.40	76.90	86.60	98.30
Peso del suelo seco + tara	gr	77.70	89.20	73.50	81.50	91.70
Tara	gr	26.40	23.60	22.30	22.60	25.70
Peso de agua	gr	1.50	3.20	3.40	5.10	6.60
Peso del suelo seco	gr	51.30	65.60	51.20	58.90	66.00
Contenido de agua	%	2.92	4.88	6.64	8.66	10.00
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.195	2.232	2.252	2.236	2.203
<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>						<b>2.252</b>
<b>Humedad óptima (%)</b>						<b>6.80</b>



EJECUTADO: J.M.



Responsable:

**GEOMG S.A.C.**  
*Jorge Edinson Morillo Trujillo*  
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
 REG. CONSUCODE C2554

## RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1883

**PROYECTO** : OPTIMIZACION DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG, ADICIONANDOLE CAL.  
**SOLICITA** : Est.MENDEZ SALDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL  
**UBICACIÓN** : Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash  
**FECHA** : 17/08/16

### DATOS DE LA MUESTRA

**CANTERA** : ELIAS **ADICION:** 2.5 % de cal **CLASF. (SUCS)** : GP  
**MUESTRA** : AFIRMADO **CLASF. (AASHTO)** : A-1-a(0)

### COMPACTACION

Molde N°	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		10	
Condición de la muestra						
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12288.00	12331.00	12289.00	12425.00	12389.00	12543.00
Peso de molde (g)	7366.00	7366.00	7397.00	7397.00	7602.00	7602.00
Peso del suelo húmedo (g)	4922.00	4965.00	4892.00	5028.00	4787.00	4941.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2120.53	2120.53	2120.28	2120.28	2115.06	2115.06
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.321	2.341	2.307	2.371	2.263	2.336
Tara (N°)	18		48		12	
Peso suelo húmedo + tara (g)	98.90	4965.00	96.40	5028.00	93.60	4941.00
Peso suelo seco + tara (g)	97.80	4851.04	94.10	4734.85	89.50	4510.57
Peso de tara (g)	22.60	0.00	24.80	0.00	22.60	0.00
Peso de agua (g)	1.10	113.96	2.30	293.15	4.10	430.43
Peso de suelo seco (g)	75.20	4851.04	69.30	4734.85	66.90	4510.57
Contenido de humedad (%)	1.46	2.35	3.32	6.19	6.13	9.54
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.288	2.288	2.233	2.233	2.133	2.133

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
17/08/2016		00 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
18/08/2016	00:00	24 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
19/08/2016	00:00	48 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
20/08/2016	00:00	72 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00

### PENETRACION

PENETRACION Pulgadas	CARGA STAND. Lb/pulg <sup>2</sup>	MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION	
			lb	lb		%	lb		lb	%
0.000		0			0			0		
0.025		640			436			276		
0.050		1272			863			651		
0.075		1876			1454			1128		
0.100	1000	2389	2537	84.1	1285	1976	65.5	1561	1610	53.4
0.125		3081			2413			1849		
0.150		3681			3027			2224		
0.175		4056			3443			2825		
0.200	1500	4825	4682	103.5	4029	3841	84.9	3319	3081	68.1
0.250		5517			4643			3798		
0.300		6542			5578			4184		
6.000		7290			6456			4656		
0.500		8281			7254			5596		

EJECUTADO: J.M.



Responsable:

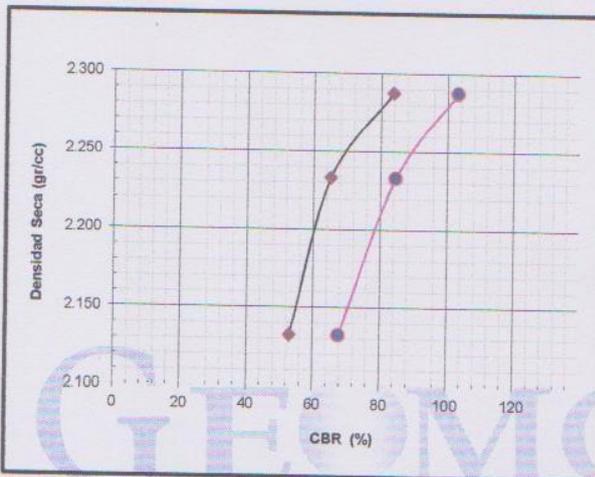
GEOMG S.A.C.  
  
 Jorge Edinson Moya Trujillo  
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
 REG. CONSUCODE C2554

## RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1883

**PROYECTO** : OPTIMIZACION DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG, ADICIONANDOLE CAL.  
**SOLICITA** : Est.MENDEZ SILDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL  
**UBICACIÓN** : Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash  
**FECHA** : 17/08/16

### DATOS DE LA MUESTRA

**CANTERA MUESTRA** : ELIAS  
**CANTERA** : ELIAS  
**ADICION**: 2.5 % de cal  
**ADICION**: 1.5 % de cal  
**CLASF. (SUCS)** : GP  
**CLASF.(AASHTO)** : A-1-a(0)

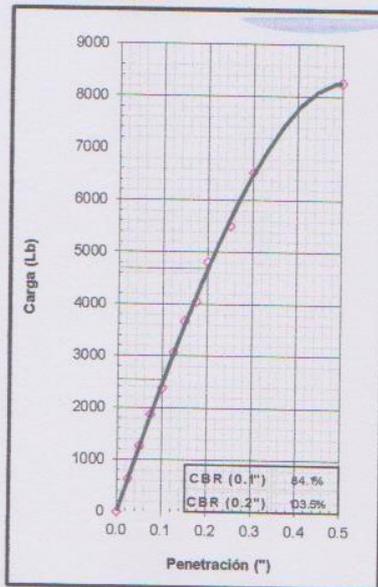


**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)** : 2.292  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 6.70

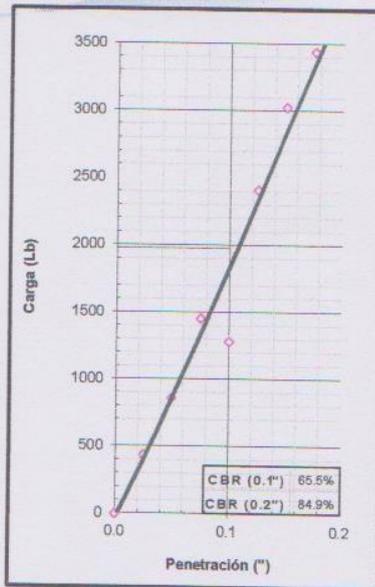
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	85.96	0.2":	105.20
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	55.24	0.2":	72.74

**OBSERVACIONES:**

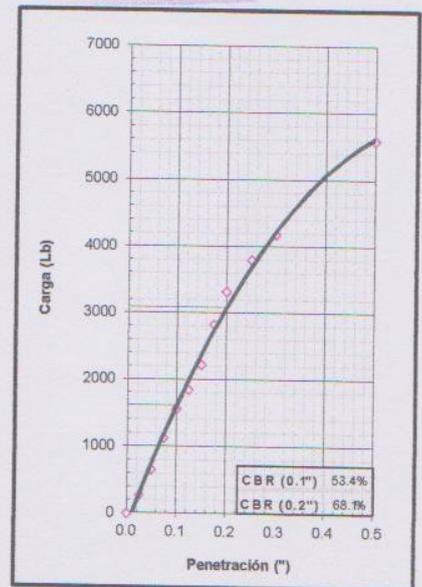
EC = 56 GOLPES



EC = 26 GOLPES



EC = 10 GOLPES



EJECUTADO: J.M.



Responsable:

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Morillo Trujillo  
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
 REG. CONSUCODE C2554

Urb. Bellamar II Etapa Mz. B2 - Lt. 8 - 9 Nuevo Chimbote, Santa, Ancash  
 Claro: 943355197 / Entel: 998185953 / E-mail: geomg17@yahoo.es - informes@geomsac.com  
 www.geomsac.com

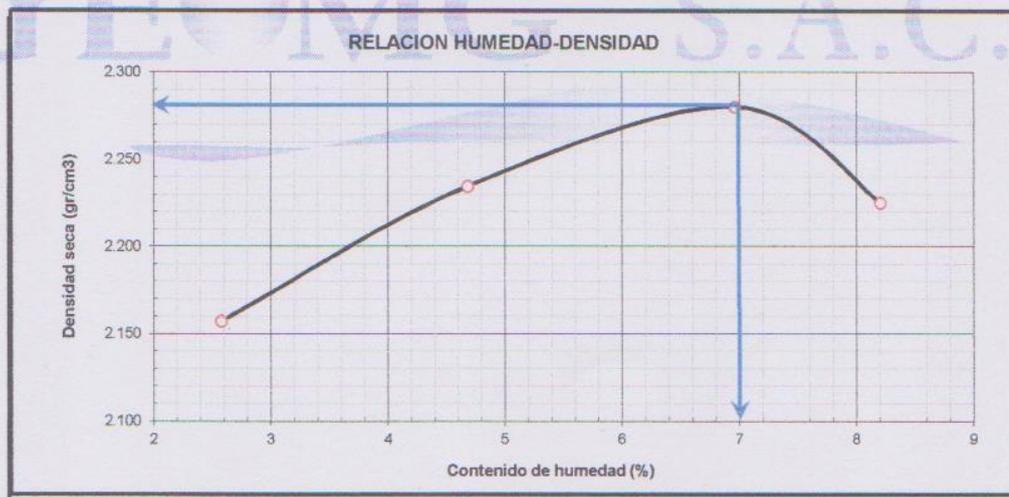
**ENSAYO DE COMPACTACION  
 PROCTOR MODIFICADO  
 ASTM-D1557/91  
 METODO "C"**

**PROYECTO** : OPTIMIZACION DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG, ADICIONANDOLE CAL.  
**SOLICITA** : Est. MENDEZ SILDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL  
**UBICACION** : Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash  
**FECHA** : 22/08/16

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CANTERA** : ELIAS                      **ADICION:** 3.0 % de cal                      **CLASF. (SUCS)** : GP  
**MUESTRA** : AFIRMADO                      **CLASF. (AASHTO)** : A-1-a(0)

Peso suelo + molde	gr	8760.00	9026.00	9236.00	9170.00	
Peso molde	gr	4097.00	4097.00	4097.00	4097.00	
Peso suelo húmedo compactado	gr	4663.00	4929.00	5139.00	5073.00	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2107.00	2107.00	2107.00	2107.00	
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	2.21	2.34	2.44	2.41	
Recipiente N°		3	13	10	11	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	85.60	87.50	91.70	99.80	
Peso del suelo seco + tara	gr	84.00	84.60	87.24	93.90	
Tara	gr	22.00	22.70	23.20	22.00	
Peso de agua	gr	1.60	2.90	4.46	5.90	
Peso del suelo seco	gr	62.00	61.90	64.04	71.90	
Contenido de agua	%	2.58	4.68	6.96	8.21	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.157	2.235	2.280	2.225	
<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>						<b>2.281</b>
<b>Humedad óptima (%)</b>						<b>7.02</b>



EJECUTADO: J.M.



Responsable:

**GEOMG S.A.C.**  
 Jorge Edinson Morillo Trujillo  
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 58738  
 REG. CONSUCODE C2554

## RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1883

**PROYECTO** : OPTIMIZACION DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG, ADICIONANDOLE CAL.  
**SOLICITA** : Est. MENDEZ SALDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL  
**UBICACIÓN** : Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash  
**FECHA** : 22/08/16

### DATOS DE LA MUESTRA

**CANTERA** : ELIAS **ADICION:** 3.0 % de cal **CLASF. (SUCS)** : GP  
**MUESTRA** : AFIRMADO **CLASF. (AASHTO)** : A-1-a(0)

### COMPACTACION

Molde N°	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		10	
Condición de la muestra						
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12120.00	12178.00	12368.00	12462.00	12437.00	12557.00
Peso de molde (g)	7044.00	7044.00	7027.00	7027.00	7016.00	7016.00
Peso del suelo húmedo (g)	5076.00	5134.00	5341.00	5435.00	5421.00	5541.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2118.70	2118.70	2121.74	2121.74	2126.84	2126.84
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.396	2.423	2.517	2.562	2.549	2.605
Tara (N°)	14		2		9	
Peso suelo húmedo + tara (g)	94.30	5134.00	76.80	5435.00	75.80	5541.00
Peso suelo seco + tara (g)	90.80	4825.77	71.30	4788.83	69.10	4727.86
Peso de tara (g)	23.30	0.00	23.60	0.00	23.40	0.00
Peso de agua (g)	3.50	308.23	5.50	646.17	6.70	813.14
Peso de suelo seco (g)	67.50	4825.77	47.70	4788.83	45.70	4727.86
Contenido de humedad (%)	5.19	6.39	11.53	13.49	14.66	17.20
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.278	2.278	2.257	2.257	2.223	2.223

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
22/08/2016		00 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
23/08/2016	00:00	24 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
24/08/2016	00:00	48 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
25/08/2016	00:00	72 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00

### PENETRACION

PENETRACION Pulgadas	CARGA STAND. Lh/pulg <sup>2</sup>	MOLDE N° 01				MOLDE N° 02				MOLDE N° 03			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		lb	lb	lb	%	lb	lb	lb	%	lb	lb	lb	%
0.000		0				0				0			
0.025		647				418				283			
0.050		1242				804				667			
0.075		1258				1440				1045			
0.100	1000	2407	2429	80.5		1269	1842	61.1		1512	1558	51.6	
0.125		3094				2377				1809			
0.150		3692				2975				2231			
0.175		4081				3436				2746			
0.200	1500	4834	4617	102.0		3984	3787	83.7		3236	2996	66.2	
0.250		5488				4622				3735			
0.300		6531				5544				4126			
0.400		7290				6504				4692			
0.500		8263				7209				5441			

EJECUTADO: J.M.



Responsable:

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Mafillo Trujillo  
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68796  
 REG. CONSUCODE C2654

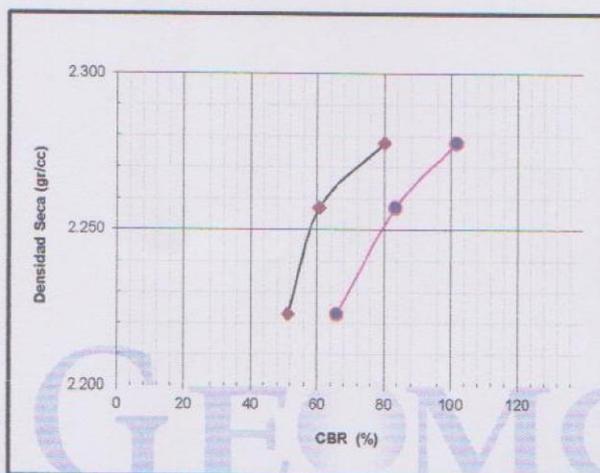
## RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

### ASTM D-1883

**PROYECTO** : OPTIMIZACION DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG, ADICIONANDOLE CAL.  
**SOLICITA** : Est. MENDEZ SILDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL  
**UBICACIÓN** : Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash  
**FECHA** : 22/08/16

### DATOS DE LA MUESTRA

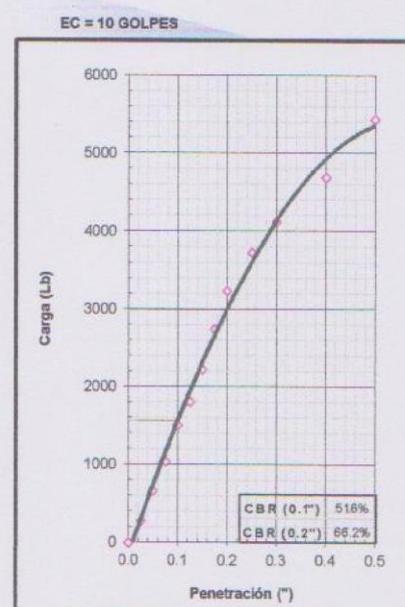
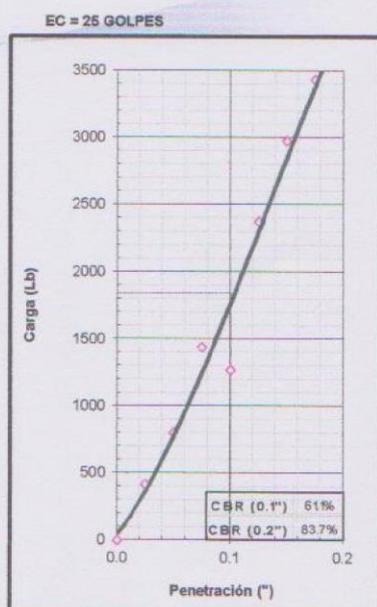
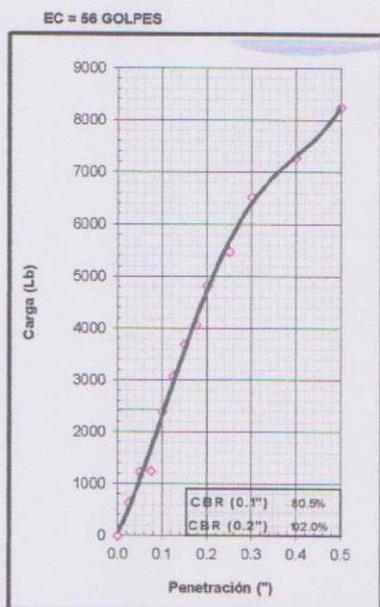
**CANTERA** : ELIAS  
**MUESTRA** : AFIRMADO  
**ADICION:** 3.0 % de cal  
**CLASF. (SUCS)** : GP  
**CLASF. (AASHTO)** : A-1-a(0)



**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)** : 2.281  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 7.02

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 84.59	0.2": 105.46
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 97.45	0.2": 71.94

**OBSERVACIONES:**



EJECUTADO: J.M.



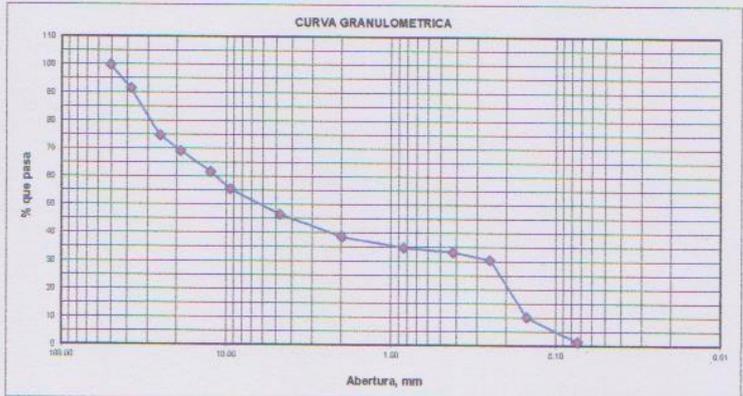
Responsable:

GEOMG S.A.C.  
**Jorge Eijmon Marillo Trujillo**  
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
 REG. CONSUCODE C2554

<b>Proyecto</b>	: OPTIMIZACIÓN DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG, ADICIONANDOLE CAL		
<b>Solicita</b>	: MENDEZ SILDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL	<b>Fecha</b>	: 24/08/16
<b>Departamento</b>	: ANCASH	<b>Provincia</b>	: SANTA
<b>Cantera</b>	: DULONG	<b>Distrito</b>	: CHIMBOTE
		<b>Muestra</b>	: AFIRMADO

### 1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

<b>Peso Inicial Seco, [gr]</b>	8634.60		
<b>Peso Lavado y Seco, [gr]</b>	8513.30		
<b>Mallas</b>	<b>Abertura [mm]</b>	<b>Peso Retenido [grs]</b>	<b>% Pasa</b>
3"	76.000		
2"	50.800	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	733.60	91.50
1"	25.400	1442.30	74.80
3/4"	19.050	490.80	69.12
1/2"	12.500	637.50	61.74
3/8"	9.525	525.90	55.64
N° 4	4.760	786.80	46.53
N° 10	2.000	672.50	38.74
N° 20	0.840	332.30	34.90
N° 40	0.420	135.20	33.33
N° 60	0.250	229.60	30.67
N° 100	0.150	1762.10	10.26
N° 200	0.074	764.90	1.40
< N° 200		121.30	



### 2. LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

#### A. LIMITE LIQUIDO

Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. No de Golpes		
2. Peso Tara, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		
5. Peso Agua, [gr]	(3)-(4)	
6. Peso Suelo Seco, [gr]	(4)-(2)	
7. Contenido de Humedad, [%]	(5)/(6)x100	

NO PRESENTA

#### B. LIMITE PLASTICO

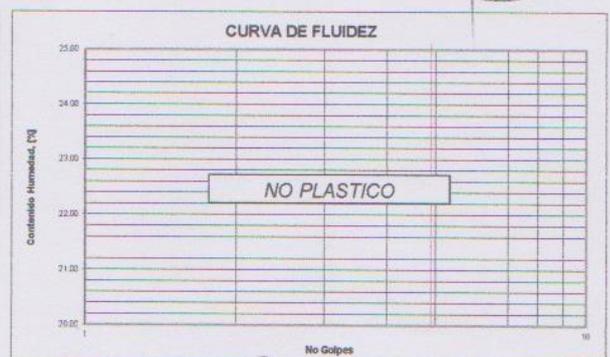
Procedimiento	Fórmula	Tara No
1. Peso Tara, [gr]		
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)x100	

NO PLASTICO



### 3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Fórmula	Tara No
		91
1. Peso Tara, [gr]		21.80
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]		124.90
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]		121.40
4. Peso Agua, [gr]	(2)-(3)	3.50
5. Peso Suelo Seco, [gr]	(3)-(1)	99.60
6. Contenido de Humedad, [%]	(4)/(5)x100	3.51



### RESUMEN

<b>Grava (No.4 &lt; Diam &lt; 3")</b>	<b>53.47%</b>
Grava Gruesa (3/4" < Diam < 3")	30.88%
Grava Fina (N° 4" < Diam < 3/4")	22.59%
<b>Arena (No.200 &lt; Diam &lt; No.4)</b>	<b>45.13%</b>
Arena Gruesa (No.10 < Diam < No.4)	7.79%
Arena Media (No.40 < Diam < No.10)	5.41%
Arena Fina (No.200 < Diam < No.40)	31.93%
<b>Finos (Diam &lt; No.200)</b>	<b>1.40%</b>
Límite Líquido	-
Límite Plástico	N.P.
Índice Plasticidad	N.P.
Contenido de Humedad	3.51%
Clasificación SUCS	GP-GM
Clasificación AASHTO	A-1-b

Realizado por: AM  
 Revisado por: JMT

GEOMG S.A.C.

*Jorge Edinson Morillo Trujillo*  
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
 REG. CONSUCODE C2554

Urb. Bellamar II Etapa Mz. B2 - Lt. 8 - 9 Nuevo Chimbote, Santa, Ancash

Claro: 943355197 / Entel: 998185953 / E-mail: geomg17@yahoo.es - informes@geomsac.com

www.geomsac.com

<b>OBRA</b>	: OPTIMIZACIÓN DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS DE LAS CANTERASELIAS Y DULONG, ADICIONANDOLE CAL		
<b>SOLICITA</b>	: Est. MENDEZ SALDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL		
<b>UBICACIÓN</b>	: Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>Fecha</b>	: 25/08/16
<b><u>DATOS DE LA MUESTRA</u></b>			
<b>PROCEDENCIA DE LA MUESTRA</b>	: CANTERA DE DULONG		
<b>USO DEL MATERIAL</b>	: AFIRMADO		

### EQUIVALENTE DE ARENA ASTM D - 2419

DETERMINACION N°	1	2	3
Saturación (hora inicial)	10.10 AM	10.12 AM	10.14 AM
Saturación (hora final)	10.20 AM	10.22 AM	10.24 AM
Prueba de ensayo (hora inicial)	10.22 AM	10.24 AM	10.26 AM
Prueba de ensayo (hora final)	10.04 AM	10.44 AM	10.46 AM
Lectura - Arcilla retenida (pulg)	6.0	5.9	5.8
Lectura - Arena retenida (pulg)	3.8	3.6	3.9
Equivalencia de arena (%)	63.4	60.9	66.2
Equivalencia de arena promedio (%)	63.51		
EA =		64%	

GEOMG S.A.C.

*Jorge Edinson Morillo Trujillo*  
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68926  
REG. CONSUCODE C2554

V°B°: .....



<b>OBRA</b>	: OPTIMIZACIÓN DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS DE LAS CANTERASELIAS Y DULONG, ADICIONANDOLE CAL
<b>SOLICITA</b>	: Est. MENDEZ SALDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL
<b>Ubicacion</b>	: Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash <span style="float: right;"><b>Fecha</b> : 25/08/16</span>

### DATOS DE LA MUESTRA

<b>PROCEDENCIA DE LA MUESTRA</b>	: CANTERA DE DULONG
<b>USO DEL MATERIAL</b>	: AFIRMADO

### ENSAYO DE ABRASION DE LOS ANGELES (ASTM C-535)

<b>ABRASION DE LOS ANGELES</b>	
Gradación empleada	METODO "A"
Número de revoluciones	500
Peso inicial (gr)	5000.8
Peso final N°12 (gr)	4086
Coefficiente de desgaste %	18.29%

<b>PORCENTAJE DE DESGASTE :</b>	<b>18.29%</b>
---------------------------------	---------------



GEOMG S.A.C.

*Jorge Edinson Morillo Trujillo*  
Jorge Edinson Morillo Trujillo  
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
REG. CONSUCODE C2554

V°B°: .....

<b>Proyecto</b>	: OPTIMIZACION DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG, ADICIONANDOLE CAL		
<b>Solicita</b>	: EST. MENDEZ SALDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL		
<b>Ubicación</b>	: Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash		<b>Muestra</b> : AFIRMADO
<b>Cantera</b>	: DULONG		<b>Fecha</b> : 26/08/2016

**PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS**  
(ASTM D-5821)

**A. Con 1 Cara Fracturada**

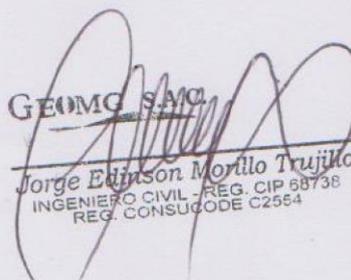
Tamaño del Agregado		Muestra (gr.)	Material con Caras Fracturadas (gr.)	Caras Fracturadas (%)	Retenido Gradacion Original (%)	Promedio Caras Fracturadas
Pasa Tamiz	Ret. en Tamiz					
1 1/2"	1"	2153.5	264.2		7.21	0
1"	3/4"	1595.3	437.3	27.41177208	70.68	1937
3/4"	1/2"	1334.1	167.9	12.58526347	21.24	267
1/2"	3/8"	567	152.4		0.83	0
<b>Total</b>					100	2205
<b>Porcentaje con 1 Cara Fracturada</b>				<b>22%</b>		

**B. Con 2 o Mas Cara Fracturada**

Tamaño del Agregado		Muestra (gr.)	Material con Caras Fracturadas (gr.)	Caras Fracturadas (%)	Retenido Gradacion Original (%)	Promedio Caras Fracturadas
Pasa Tamiz	Ret. en Tamiz					
1 1/2"	1"	2153.5	568.2		7.21	0.00
1"	3/4"	1595.3	1349.4	84.59	70.68	5978.38
3/4"	1/2"	1334.1	1123.4	84.21	21.24	1788.19
1/2"	3/8"	567	342.1		0.83	0.00
<b>Total</b>					99.96	7766.57
<b>Porcentaje con 2 o Mas Cara Fracturada</b>				<b>78%</b>		

**Observaciones:** El agregado fue proporcionado por el solicitante.



  
**GEOMG S.A.C.**  
 Jorge Edinson Morillo Trujillo  
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
 REG. CONSUCODE C2554

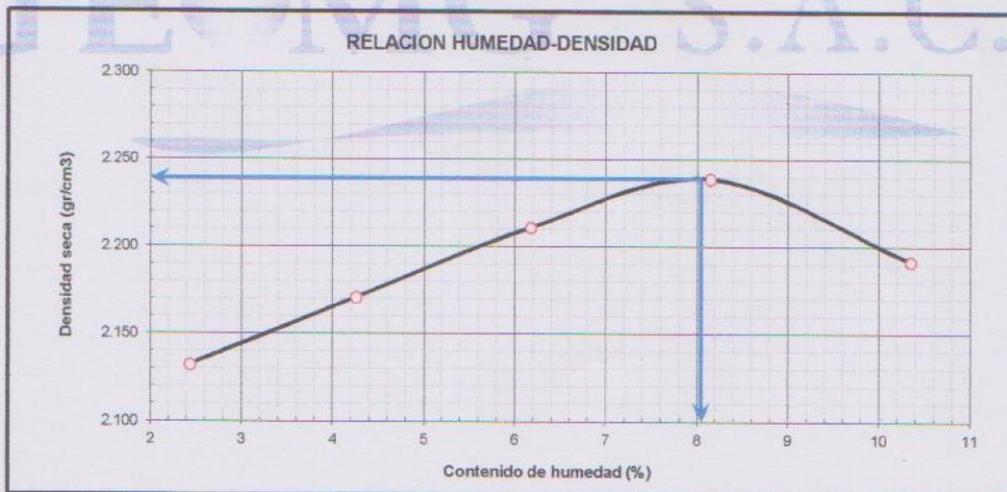
**ENSAYO DE COMPACTACION  
 PROCTOR MODIFICADO  
 ASTM-D1557/91  
 METODO "C"**

**PROYECTO** : OPTIMIZACION DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG, ADICIONANDOLE CAL.  
**SOLICITA** : Est. MENDEZ SALDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL  
**UBICACIÓN** : Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash  
**FECHA** : 29/08/16

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CANTERA** : ELIAS **CLASF. (SUCS)** : GP - GM  
**MUESTRA** : AFIRMADO **CLASF. (AASHTO)** : A-1-b

Peso suelo + molde	gr	8733.00	8900.00	9077.00	9233.00	9227.00
Peso molde	gr	4131.00	4131.00	4131.00	4131.00	4131.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4602.00	4769.00	4946.00	5102.00	5096.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2107.00	2107.00	2107.00	2107.00	2107.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	2.18	2.26	2.35	2.42	2.42
Recipiente N°		13	7	3	16	17
Peso del suelo húmedo+tara	gr	73.60	73.90	67.30	76.20	92.70
Peso del suelo seco + tara	gr	72.40	71.80	64.70	72.10	86.20
Tara	gr	23.10	22.50	22.60	21.80	23.40
Peso de agua	gr	1.20	2.10	2.60	4.10	6.50
Peso del suelo seco	gr	49.30	49.30	42.10	50.30	62.80
Contenido de agua	%	2.43	4.26	6.18	8.15	10.35
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.132	2.171	2.211	2.239	2.192
<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>						<b>2.239</b>
<b>Humedad óptima (%)</b>						<b>8.04</b>



EJECUTADO: J.M.



Responsable:

**GEOMG S.A.C.**  
*Jorge Edinson Mohito Trujillo*  
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
 REG. CONSUCODE C2554

## RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1883

**PROYECTO** : OPTIMIZACION DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG, ADICIONANDOLE CAL.  
**SOLICITA** : Est. MENDEZ SILDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL  
**UBICACIÓN** : Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash  
**FECHA** : 29/08/2016

### DATOS DE LA MUESTRA

**CANTERA** : ELIAS **CLASF. (SUCS)** : GP - GM  
**MUESTRA** : AFIRMADO **CLASF. (AASHTO)** : A-1-b

### COMPACTACION

Molde N°	1		2		3	
	56		25		10	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12512.00	12578.00	12424.00	12511.00	12478.00	12591.00
Peso de molde (g)	7366.00	7366.00	7397.00	7397.00	7602.00	7602.00
Peso del suelo húmedo (g)	5146.00	5212.00	5027.00	5114.00	4876.00	4989.00
Volumen del molde (cm³)	2120.53	2120.53	2120.28	2120.28	2115.06	2115.06
Densidad húmeda (g/cm³)	2.427	2.458	2.371	2.412	2.305	2.359
Tara (N°)	16		17		8	
Peso suelo húmedo + tara (g)	101.60	5212.00	79.50	5114.00	83.20	4989.00
Peso suelo seco + tara (g)	95.40	4746.19	75.30	4651.32	78.80	4516.63
Peso de tara (g)	21.80	0.00	23.30	0.00	23.50	0.00
Peso de agua (g)	6.20	465.81	4.20	462.68	4.40	472.37
Peso de suelo seco (g)	73.60	4746.19	52.00	4651.32	55.30	4516.63
Contenido de humedad (%)	8.42	9.81	8.08	9.95	7.96	10.46
Densidad seca (g/cm³)	2.238	2.238	2.194	2.194	2.135	2.135

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
29/08/2015		00 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
30/08/2015	00:00	24 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
31/08/2015	00:00	48 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
01/09/2015	00:00	72 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00

### PENETRACION

PENETRACION Pulgadas	CARGA STAND. Lb/pulg2	MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION
		lb	lb	%	lb	lb	%	lb	lb	%
0.000		0			0			0		
0.025		449			333			218		
0.050		921			742			564		
0.075		1669			1311			952		
0.100	1000	2157	2293	76.0	1724	1855	61.5	1292	1418	47.0
0.125		2759			2203			1647		
0.150		3463			2767			2072		
0.175		3890			3228			2566		
0.200	1500	4519	4319	95.4	3776	3560	78.7	3034	2800	61.9
0.250		5124			4343			3562		
0.300		5935			4943			3950		
0.400		6400			5384			4369		
0.500		6915			6043			5171		

EJECUTADO: J.M.



Responsable:

GEOMG S.A.C.  
  
 Jorge Edinson Morillo Trujillo  
 INGENIERO CIVIL - REG. 68738  
 REG. CONSUCODE C2654

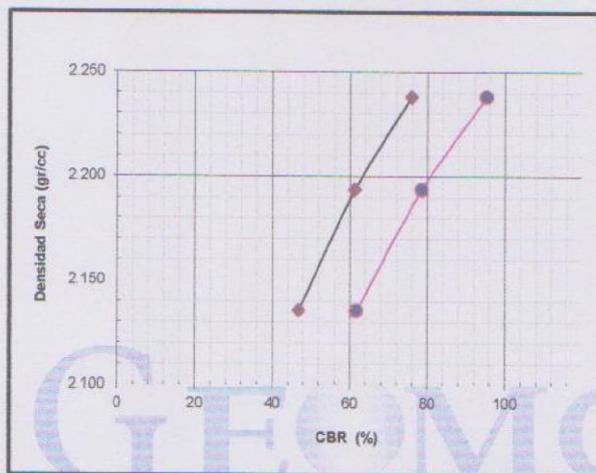
## RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1883

**PROYECTO** : OPTIMIZACION DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG, ADICIONANDOLE CAL.  
**SOLICITA** : Est. MENDEZ SILDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL  
**UBICACIÓN** : Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash  
**FECHA** : 29/08/2016

### DATOS DE LA MUESTRA

**CANTERA** : ELIAS  
**MUESTRA** : AFIRMADO

**CLASF. (SUCS)** : GP - GM  
**CLASF. (AASHTO)** : A-1-b

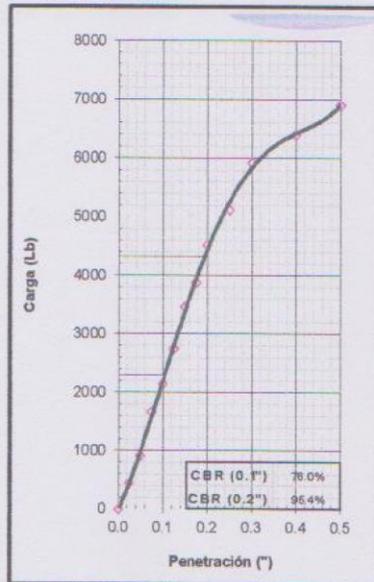


**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)** : 2.239  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 8.04

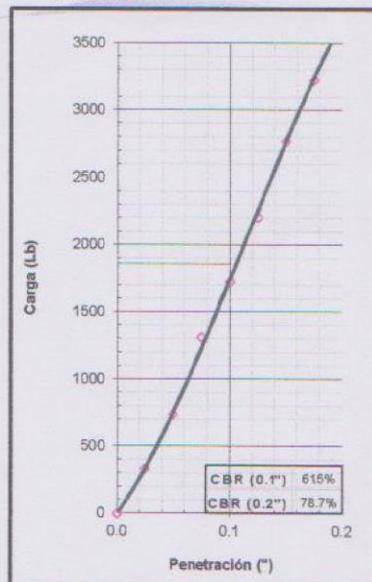
CBR AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	76.30	0.2"	95.77
CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	45.35	0.2"	59.93

### OBSERVACIONES:

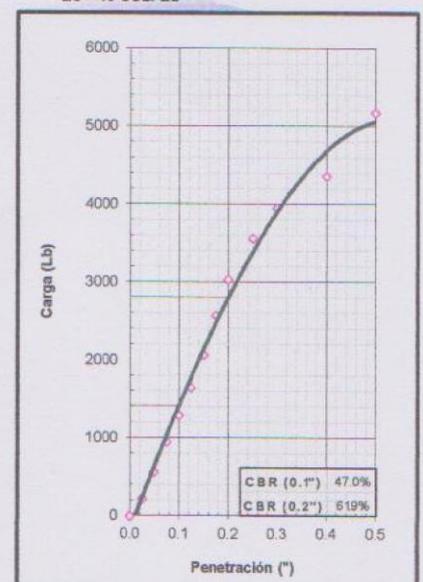
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 10 GOLPES



EJECUTADO: J.M.



Responsable:

GEOMG S.A.C.  
 Jorge Edinson Morillo Trujillo  
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68733  
 REG. CONSUMODE C2555  
**106**

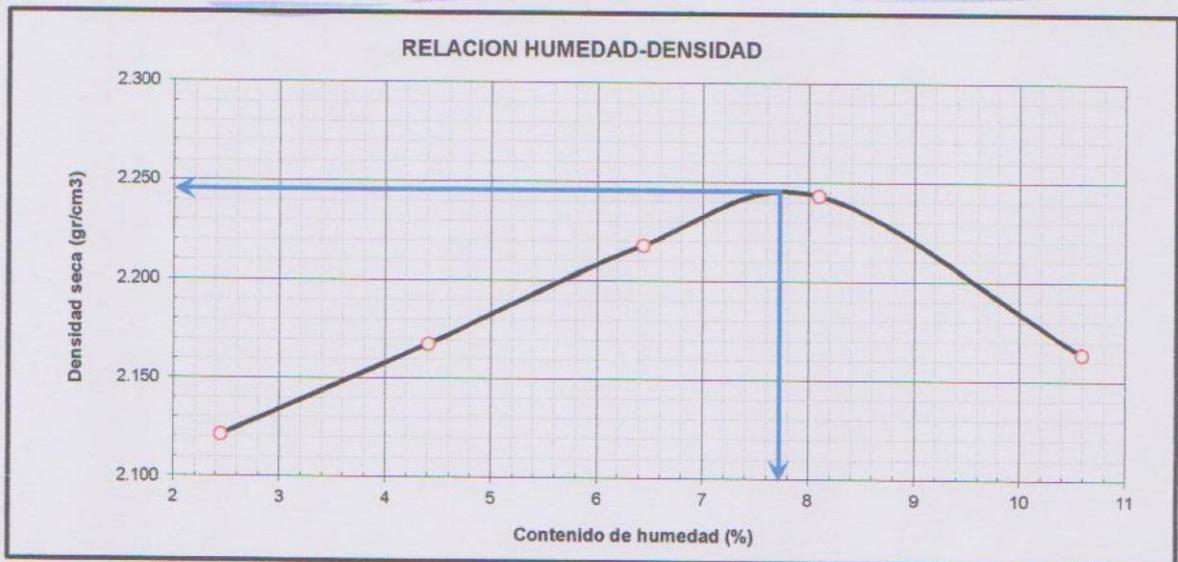
**ENSAYO DE COMPACTACION  
PROCTOR MODIFICADO  
ASTM-D1557/91  
METODO "C"**

**PROYECTO** : OPTIMIZACION DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG, ADICIONANDOLE CAL.  
**SOLICITA** : Est. MENDEZ SILDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL  
**UBICACIÓN** : Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash  
**FECHA** : 01/09/16

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CANTERA** : DULONG                      ADICION: 1.5 % de cal                      **CLASF. (SUCS)** : GP - GM  
**MUESTRA** : AFIRMADO                      **CLASF. (AASHTO)** : A-1-b

Peso suelo + molde	gr	8710.00	8900.00	9105.00	9240.00	9173.00
Peso molde	gr	4131.00	4131.00	4131.00	4131.00	4131.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4579.00	4769.00	4974.00	5109.00	5042.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2107.00	2107.00	2107.00	2107.00	2107.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	2.17	2.26	2.36	2.42	2.39
Recipiente N°		1	12	6	5	11
Peso del suelo húmedo+tara	gr	60.50	75.70	69.40	91.40	102.60
Peso del suelo seco + tara	gr	59.60	73.50	66.60	86.30	94.90
Tara	gr	22.80	23.60	23.10	23.30	22.20
Peso de agua	gr	0.90	2.20	2.80	5.10	7.70
Peso del suelo seco	gr	36.80	49.90	43.50	63.00	72.70
Contenido de agua	%	2.45	4.41	6.44	8.10	10.59
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.121	2.168	2.218	2.243	2.164
<i>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</i>						<b>2.247</b>
<i>Humedad óptima (%)</i>						<b>7.72</b>



EJECUTADO: J.M.



Responsable:

**GEOMG S.A.C.**  
  
**Jorge Edinson Morillo Trujillo**  
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68736  
 REG. CONSUCODE 12654  
**107**

## RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

### ASTM D-1883

**PROYECTO** : OPTIMIZACION DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG, ADICIONANDOLE CAL.  
**SOLICITA** : Est. MENDEZ SILDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL  
**UBICACIÓN** : Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash  
**FECHA** : 01/09/2016

### DATOS DE LA MUESTRA

**CANTERA** : DULONG **ADICION:** 1.5 % de cal **CLASF. (SUCS)** : GP - GM  
**MUESTRA** : AFIRMADO **CLASF. (AASHTO)** : A-1-b

### COMPACTACION

Molde N°	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12587.00	12638.00	12715.00	12794.00	12533.00	12649.00
Peso de molde (g)	7550.00	7550.00	7610.00	7610.00	7693.00	7693.00
Peso del suelo húmedo (g)	5037.00	5088.00	5105.00	5184.00	4840.00	4956.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2084.48	2084.48	2166.35	2166.35	2112.18	2112.18
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.416	2.441	2.356	2.393	2.291	2.346
Tara (N°)	15		2		14	
Peso suelo húmedo + tara (g)	81.30	5088.00	78.45	5184.00	76.70	4956.00
Peso suelo seco + tara (g)	77.12	4670.96	74.41	4735.72	72.84	4487.50
Peso de tara (g)	23.78	0.00	22.60	0.00	23.70	0.00
Peso de agua (g)	4.18	417.04	4.04	448.28	3.86	468.50
Peso de suelo seco (g)	53.34	4670.96	51.81	4735.72	49.14	4487.50
Contenido de humedad (%)	7.84	8.93	7.80	9.47	7.86	10.44
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.241	2.241	2.186	2.186	2.125	2.125

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
01/09/2015		00 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
02/09/2015	00:00	24 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
03/09/2015	00:00	48 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
04/09/2015	00:00	72 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00

### PENETRACION

PENETRACION Pulgadas	CARGA STAND. Lb/pulg <sup>2</sup>	MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION	
		lb	lb	%	lb	lb	%	lb	lb	%
0.000		0			0			0		
0.025		602			341			229		
0.050		1092			824			566		
0.075		1858			1348			1027		
0.100	1000	2337	2433	80.6	1833	1916	63.5	1350	1498	49.6
0.125		2905			2227			1750		
0.150		3586			2890			2299		
0.175		3973			3270			2723		
0.200	1500	4618	4442	98.1	3894	3706	81.9	3087	2940	65.0
0.250		5184			4535			3703		
0.300		5982			5297			4058		
0.400		6528			5485			4589		
0.500		6901			6128			5229		

EJECUTADO: J.M.



Responsable:

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Morillo Trujillo  
 INGENIERO CIVIL - REG. 108.8738  
 REG. CONSUCODE C2554

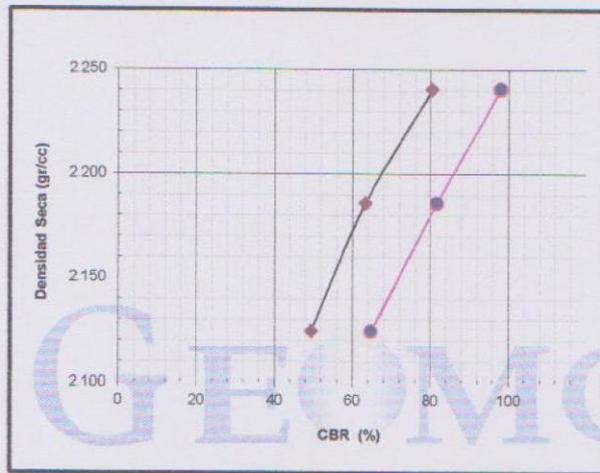
## RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

### ASTM D-1883

**PROYECTO** : OPTIMIZACION DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG, ADICIONANDOLE CAL.  
**SOLICITA** : Est. MENDEZ SALDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL  
**UBICACIÓN** : Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash  
**FECHA** : 01/09/2016

### DATOS DE LA MUESTRA

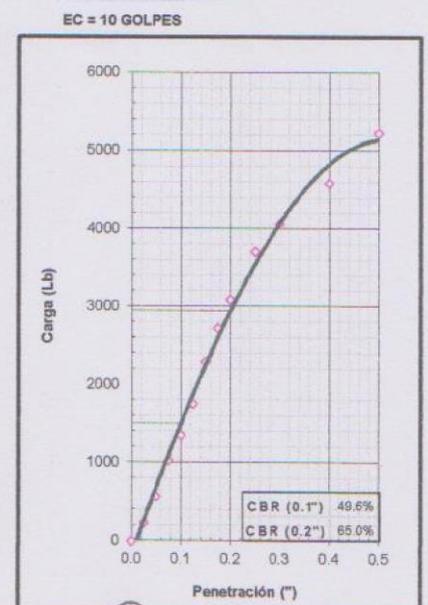
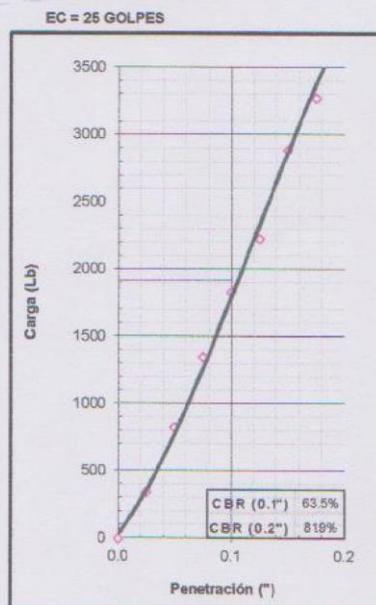
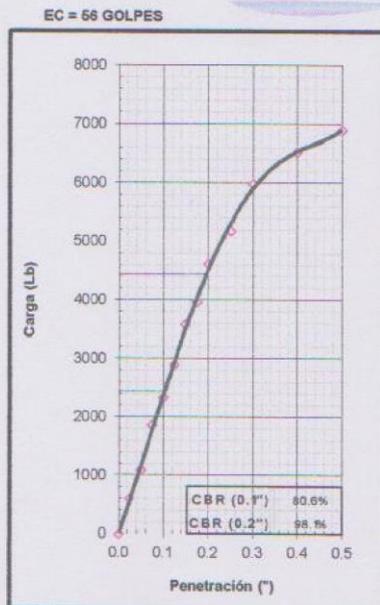
**CANTERA** : DULONG  
**MUESTRA** : AFIRMADO  
**ADICION:** 1.5 % de cal  
**CLASF. (SUCS)** : GP - GM  
**CLASF. (AASHTO)** : A-1-b



**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)** : 2.247  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 7.72

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 82.88	0.2": 100.03
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 51.54	0.2": 67.61

### OBSERVACIONES:



EJECUTADO: J.M.



Responsable:

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Morillo Trujillo  
 INGENIERO CIVIL - REG. CI 100738  
 REG. CONSUCODE C211

## ENSAYO DE COMPACTACION

### PROCTOR MODIFICADO

#### ASTM-D1557/91

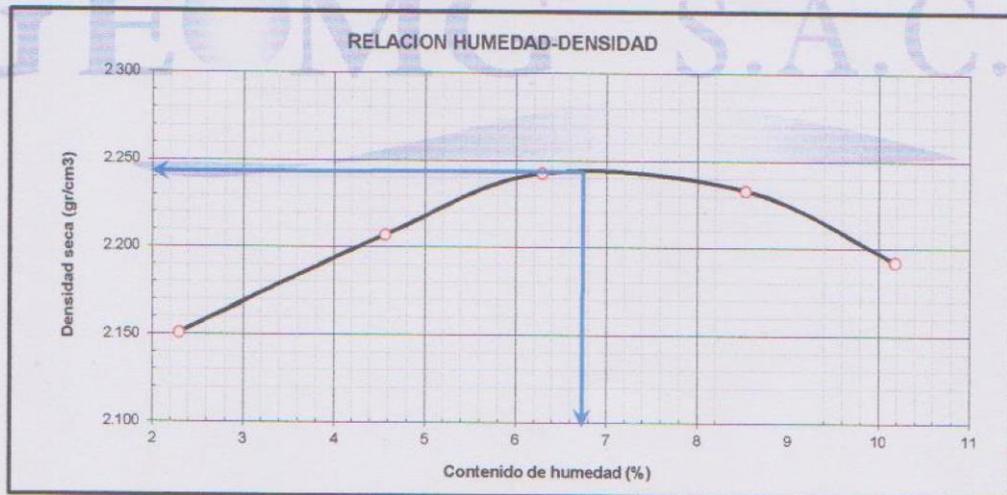
#### METODO "C"

**PROYECTO** : OPTIMIZACION DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG, ADICIONANDOLE CAL.  
**SOLICITA** : Est. MENDEZ SILDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL  
**UBICACION** : Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash  
**FECHA** : 05/09/16

### DATOS DE LA MUESTRA

**CANTERA** : DULONG      **ADICION**: 2.0 % de cal      **CLASF. (SUCS)** : GP - GM  
**MUESTRA** : AFIRMADO      **CLASF. (AASHTO)** : A-1-b

Peso suelo + molde	gr	8768.00	8994.00	9154.00	9238.00	9221.00
Peso molde	gr	4131.00	4131.00	4131.00	4131.00	4131.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4637.00	4863.00	5023.00	5107.00	5090.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2107.00	2107.00	2107.00	2107.00	2107.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	2.20	2.31	2.38	2.42	2.42
Recipiente N°		8	14	6	5	11
Peso del suelo húmedo+tara	gr	71.80	73.80	70.70	81.80	94.30
Peso del suelo seco + tara	gr	70.80	71.60	67.90	77.20	87.70
Tara	gr	27.30	23.40	23.40	23.30	22.90
Peso de agua	gr	1.00	2.20	2.80	4.60	6.60
Peso del suelo seco	gr	43.50	48.20	44.50	53.90	64.80
Contenido de agua	%	2.30	4.56	6.29	8.53	10.19
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.151	2.207	2.243	2.233	2.192
<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>						<b>2.244</b>
<b>Humedad óptima (%)</b>						<b>6.72</b>



EJECUTADO: J.M.



Responsable:

**GEOMG S.A.C.**  
**Jorge Edinson Morillo Trujillo**  
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
 REG. CONSUCODE C2554





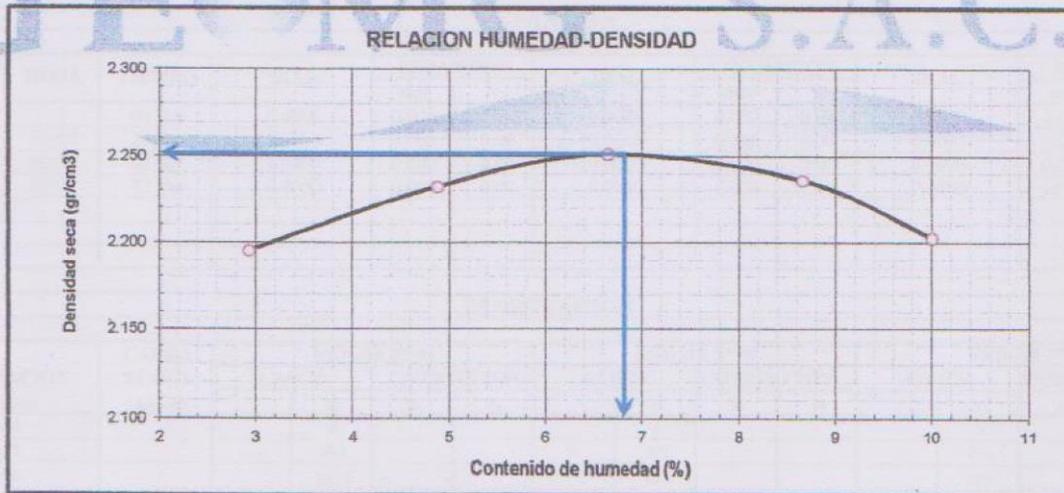
**ENSAYO DE COMPACTACION  
 PROCTOR MODIFICADO  
 ASTM-D1557/91  
 METODO "C"**

**PROYECTO** : OPTIMIZACION DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG, ADICIONANDOLE CAL  
**SOLICITA** : Est. MENDEZ SALDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL  
**UBICACIÓN** : Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash  
**FECHA** : 08/09/2016

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CANTERA** : DULONG                      ADICION: 2.5 % de cal                      **CLASF. (SUCS)** : GP - GM  
**MUESTRA** : AFIRMADO                      **CLASF. (AASHTO)** : A-1-b

Peso suelo + molde	gr	8892.00	9064.00	9190.00	9250.00	9236.00
Peso molde	gr	4131.00	4131.00	4131.00	4131.00	4131.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4761.00	4933.00	5059.00	5119.00	5105.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2107.00	2107.00	2107.00	2107.00	2107.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	2.26	2.34	2.40	2.43	2.42
Recipiente N°		16	24	5	2	13
Peso del suelo húmedo+tara	gr	79.20	92.40	76.90	86.60	98.30
Peso del suelo seco + tara	gr	77.70	89.20	73.50	81.50	91.70
Tara	gr	26.40	23.60	22.30	22.60	25.70
Peso de agua	gr	1.50	3.20	3.40	5.10	6.60
Peso del suelo seco	gr	51.30	65.60	51.20	58.90	66.00
Contenido de agua	%	2.92	4.88	6.64	8.66	10.00
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.195	2.232	2.252	2.236	2.203
<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>						<b>2.252</b>
<b>Humedad óptima (%)</b>						<b>6.80</b>



EJECUTADO: J.M.



Responsable:

GEOMG S.A.C.

*Jorge Edinson Morillo Trujillo*  
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
 REG. CONSUCODE C2554

## RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1883

**PROYECTO** : OPTIMIZACION DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG, ADICIONANDOLE CAL.  
**SOLICITA** : Est. MENDEZ SILDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL  
**UBICACIÓN** : Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash  
**FECHA** : 08/09/2016

### DATOS DE LA MUESTRA

**CANTERA** : DULONG                      **ADICION:** 2.5 % de cal                      **CLASF. (SUCS)** : GP - GM  
**MUESTRA** : AFIRMADO                      **CLASF. (AASHTO)** : A-1-b

### COMPACTACION

Molde N°	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		10	
Condición de la muestra						
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12728.00	12794.00	12762.00	12851.00	12598.00	12716.00
Peso de molde (g)	7550.00	7550.00	7610.00	7610.00	7693.00	7693.00
Peso del suelo húmedo (g)	5178.00	5244.00	5152.00	5241.00	4905.00	5023.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2084.48		2166.35		2112.18	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.484	2.516	2.378	2.419	2.322	2.378
Tara (N°)	12		26		2	
Peso suelo húmedo + tara (g)	92.62	5244.00	78.56	5241.00	80.56	5023.00
Peso suelo seco + tara (g)	86.23	4691.56	75.14	4815.49	77.18	4618.96
Peso de tara (g)	24.60	0.00	26.20	0.00	22.60	0.00
Peso de agua (g)	6.39	552.44	3.42	425.51	3.38	404.04
Peso de suelo seco (g)	61.63	4691.56	48.94	4815.49	54.58	4618.96
Contenido de humedad (%)	10.37	11.78	6.99	8.84	6.19	8.75
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.251	2.251	2.223	2.223	2.187	2.187

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
08/09/2016		00 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
09/09/2016	00:00	24 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
10/09/2016	00:00	48 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
11/09/2016	00:00	72 Hrs	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00

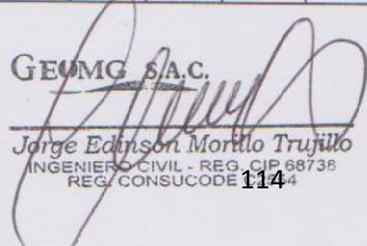
### PENETRACION

PENETRACION Pulgadas	CARGA STAND. Lb/pulg <sup>2</sup>	MOLDE N° 01			MOLDE N° 02			MOLDE N° 03		
		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION	
			lb	lb		%	lb		lb	%
0.000		0			0			0		
0.025		618			409			292		
0.050		1132			887			568		
0.075		1937			1400			1108		
0.100	1000	2438	2589	85.8	1991	2040	67.6	1465	1580	52.4
0.125		3070			2308			1820		
0.150		3732			3058			2407		
0.175		4133			3454			2809		
0.200	1500	4775	4535	100.2	4031	3797	83.9	3254	3058	67.6
0.250		5353			4600			3800		
0.300		5766			5092			4193		
0.400		6477			5643			4726		
0.500		7214			6274			5355		

EJECUTADO: J.M.



Responsable:

  
**GEOMG S.A.C.**  
 Jorge Edinson Morillo Trujillo  
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
 REG. CONSUCODE 1144

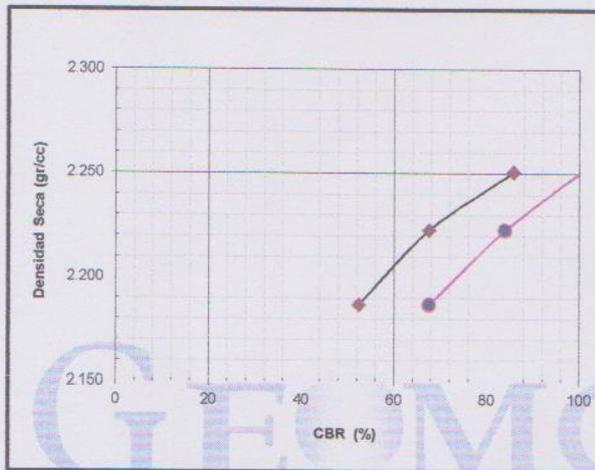
## RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

### ASTM D-1883

**PROYECTO** : OPTIMIZACION DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG, ADICIONANDOLE CAL.  
**SOLICITA** : Est. MENDEZ SILDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL  
**UBICACIÓN** : Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash  
**FECHA** : 08/09/2016

### DATOS DE LA MUESTRA

**CANTERA** : DULONG  
**MUESTRA** : AFIRMADO  
 ADICION: 2.5 % de cal  
**CLASF. (SUCS)** : GP - GM  
**CLASF.(AASHTO)** : A-1-b

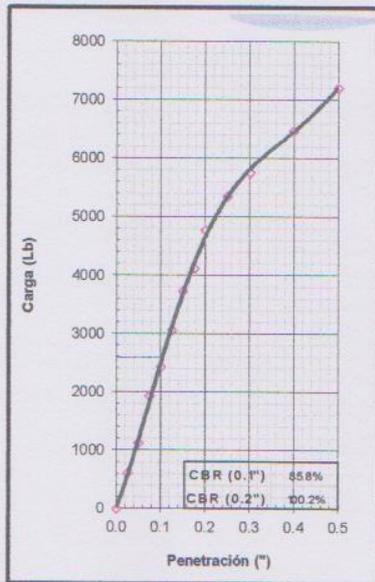


**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)** : 2.252  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 6.80

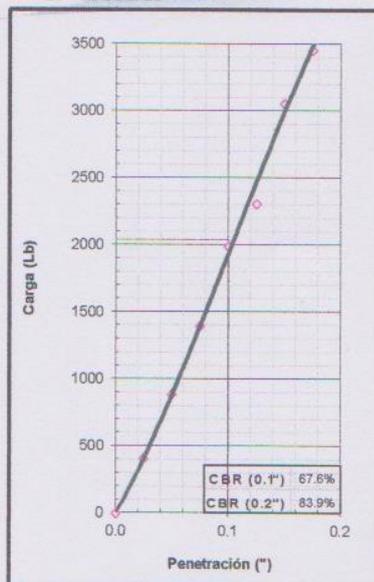
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 86.79	0.2": 101.02
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 46.53	0.2": 54.27

### OBSERVACIONES:

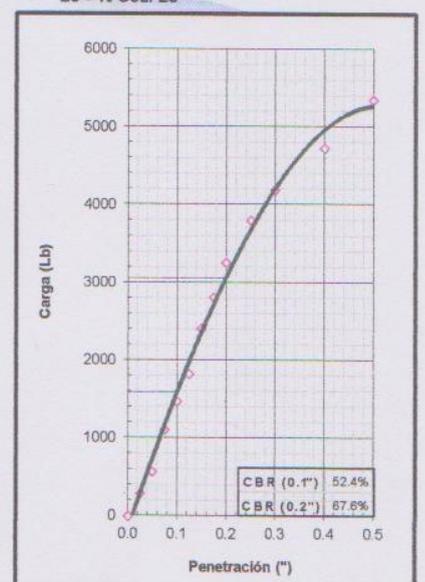
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 10 GOLPES



EJECUTADO: J.M.



Responsable:

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Morillo Trujillo  
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
 REG. CONSUCODE C2554

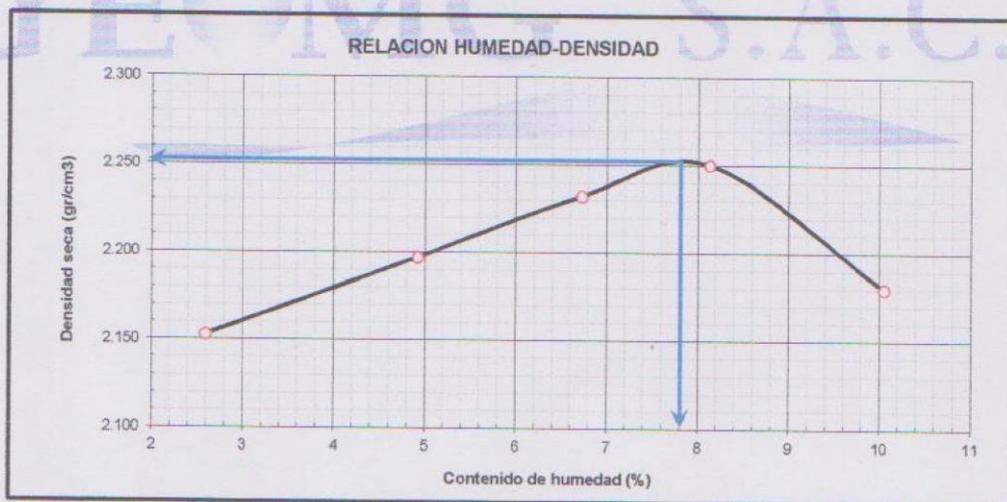
**ENSAYO DE COMPACTACION  
 PROCTOR MODIFICADO  
 ASTM-D1557/91  
 METODO "C"**

**PROYECTO** : OPTIMIZACION DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG, ADICIONANDOLE CAL  
**SOLICITA** : Est. MENDEZ SALDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL.  
**UBICACION** : Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash  
**FECHA** : 12/09/2016

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CANTERA** : ELIAS                      ADICION: 3.0 % de cal                      **CLASF. (SUCS)** : GP - GM  
**MUESTRA** : AFIRMADO                      **CLASF. (AASHTO)** : A-1-b

Peso suelo + molde	gr	8785.00	8988.00	9151.00	9258.00	9186.00
Peso molde	gr	4131.00	4131.00	4131.00	4131.00	4131.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4654.00	4857.00	5020.00	5127.00	5055.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2107.00	2107.00	2107.00	2107.00	2107.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	2.21	2.31	2.38	2.43	2.40
Recipiente N°		2	18	24	11	123
Peso del suelo húmedo+tara	gr	72.46	83.68	74.92	84.66	123.30
Peso del suelo seco + tara	gr	71.22	80.91	71.73	79.98	114.65
Tara	gr	23.40	24.60	24.30	22.40	28.60
Peso de agua	gr	1.24	2.77	3.19	4.68	8.65
Peso del suelo seco	gr	47.82	56.31	47.43	57.58	86.05
Contenido de agua	%	2.59	4.92	6.73	8.13	10.05
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.153	2.197	2.232	2.250	2.180
<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>						<b>2.251</b>
<b>Humedad óptima (%)</b>						<b>7.80</b>



EJECUTADO: J.M.



Responsable:

**GEOMG S.A.C.**  
  
**Jorge Edison Morillo Trujillo**  
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
 REG. CONSUCODE C2554



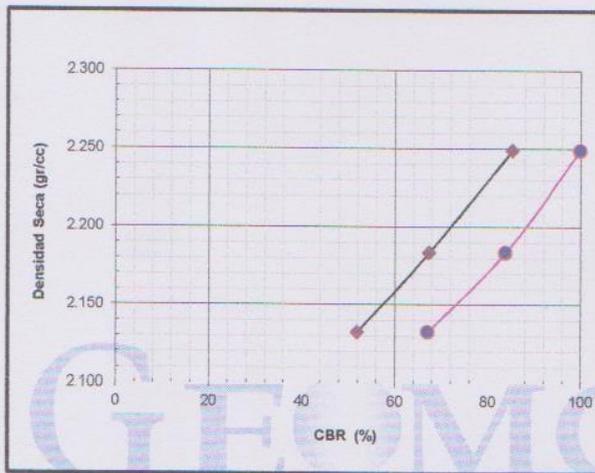
## RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

### ASTM D-1883

**PROYECTO** : OPTIMIZACION DE AFIRMADO PARA PAVIMENTOS DE LAS CANTERAS ELIAS Y DULONG, ADICIONANDOLE CAL.  
**SOLICITA** : Est. MENDEZ SALDARRIAGA CHRISTOPHER GEORGE ANGEL  
**UBICACIÓN** : Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash  
**FECHA** : 12/09/2016

### DATOS DE LA MUESTRA

**CANTERA** : ELIAS  
**MUESTRA** : AFIRMADO  
 ADICION: 3.0 % de cal  
**CLASF. (SUCS)** : GP - GM  
**CLASF. (AASHTO)** : A-1-b

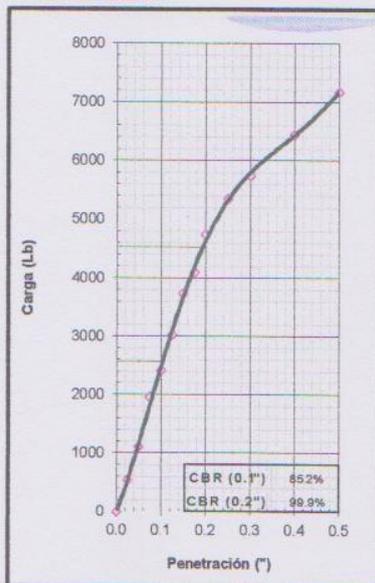


**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)** : 2.251  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 7.80

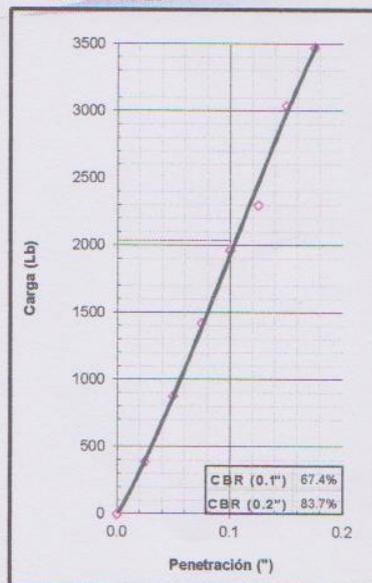
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	85.71	0.2"	100.24
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	53.80	0.2"	69.17

### OBSERVACIONES:

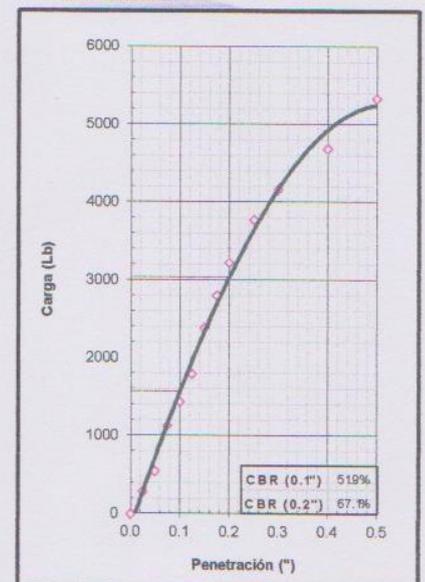
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 10 GOLPES



EJECUTADO: J.M



Responsable:

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Morillo Trujillo  
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738  
 REG. CONSUCODE C2554



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 338 - 2016

Página : 1 de 2

Expediente : T 224-2016

Fecha de emisión : 2016-08-03

1. Solicitante : GEOMG S.A.C.

Dirección : MZA. J2 LOTE. 8 URB. LOS HEROES - NUEVO  
CHIMBOTE - ANCASH

2. Instrumento de Medición : TRANSDUCTOR DE DESPLAZAMIENTO

Tipo de Indicación : DIGITAL

Alcance de Indicación : 0 pulg a 2 pulg

División de Escala : 0,001 pulg

Marca de Transductor : AEP TRANSDUCERS

Modelo de Transductor : NO INDICA

Serie de Transductor : 606466

Marca de Indicador : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad del servicio nacional de Metrología del INDECOPI

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE GEOMG S.A.C.  
02 - AGOSTO - 2016

#### 4. Método de Calibración

Tomando como referencia el procedimiento de calibración PC-014, calibración de comparadores de cuadrante (usando bloques).

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
BLOQUES PLANOPARALELOS	INSIZE	4100-47	INSIZE

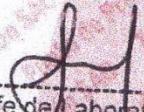
#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,5	21,6
Humedad %	66	66

#### 7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.  
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO"

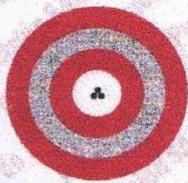


  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 182631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LL - 338 - 2016

Página : 2 de 2

### Resultados

#### ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN ( $f_e$ )

BLOQUE (mm)	BLOQUE (pulg)	EQUIPO A CALIBRAR (pulg)	EQUIPO A CALIBRAR (pulg)	PROMEDIO (pulg)	ERROR DE INDICACIÓN (pulg)
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5	0,197	0,198	0,194	0,196	-0,001
10	0,394	0,391	0,392	0,392	-0,003
15	0,591	0,588	0,589	0,589	-0,002
20	0,787	0,785	0,788	0,787	-0,001
25	0,984	0,980	0,982	0,981	-0,003
30	1,181	1,178	1,179	1,179	-0,002
35	1,378	1,375	1,377	1,376	-0,002
40	1,575	1,572	1,573	1,573	-0,002
50	1,969	1,966	1,967	1,967	-0,003

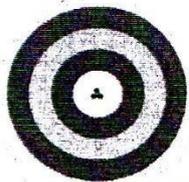
Alcance de error de indicación ( $f_e$ ) : 0,002 pulg  
Incertidumbre del error de indicación :  $\pm 0,0005$  pulg.

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



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 200 - 2016**

Página : 1 de 2

Expediente : T 224-2016  
Fecha de emisión : 2016-08-03

1. Solicitante : GEOMG S.A.C.

Dirección : MZA. J2 LOTE. 8 URB. LOS HEROES - NUEVO CHIMBOTE - ANCASH

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : DGSI

Modelo de Prensa : CC-30010

Serie de Prensa : 120

Capacidad de Prensa : 100 t

Marca de indicador : ADMET

Serie de Indicador : PIR-0712073

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad del Laboratorio de Estructuras antisísmicas de la Pontifica Universidad Católica del Perú.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE GEOMG S.A.C.  
02 - AGOSTO - 2016

4. Método de Calibración  
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

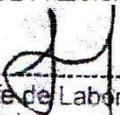
INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 057-14	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C.	21,1	21,2
Humedad %	65	65

7. Resultados de la Medición  
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones  
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 200 - 2016

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10000	9964	9932	0,36	0,68	9948	0,52	0,32
20000	19875	19853	0,63	0,74	19864	0,68	0,11
30000	29769	29736	0,77	0,88	29753	0,83	0,11
40000	39868	39709	0,33	0,73	39789	0,53	0,40
50000	50025	50006	-0,05	-0,01	50016	-0,03	0,04
60000	60093	60124	-0,16	-0,21	60109	-0,18	-0,05
70000	70208	70416	-0,30	-0,59	70312	-0,44	-0,30

**NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN**

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación :  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 0,9934x + 293,17$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

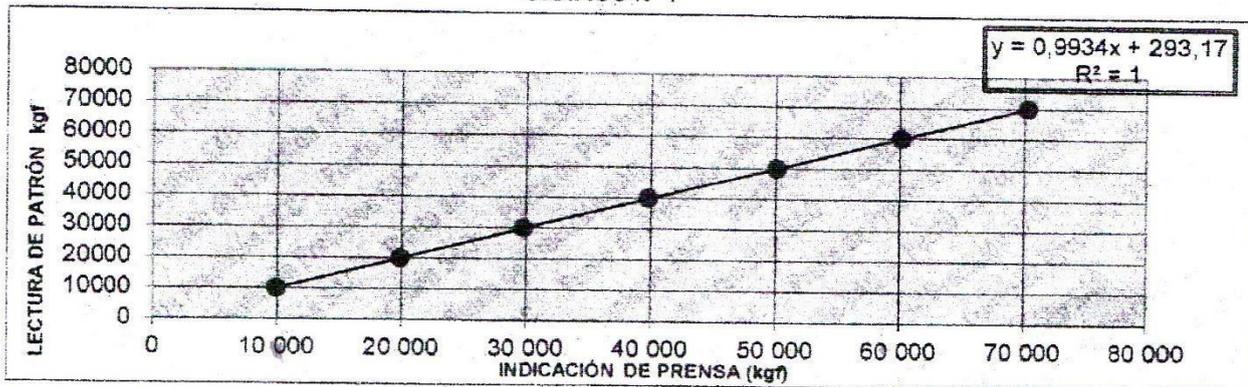
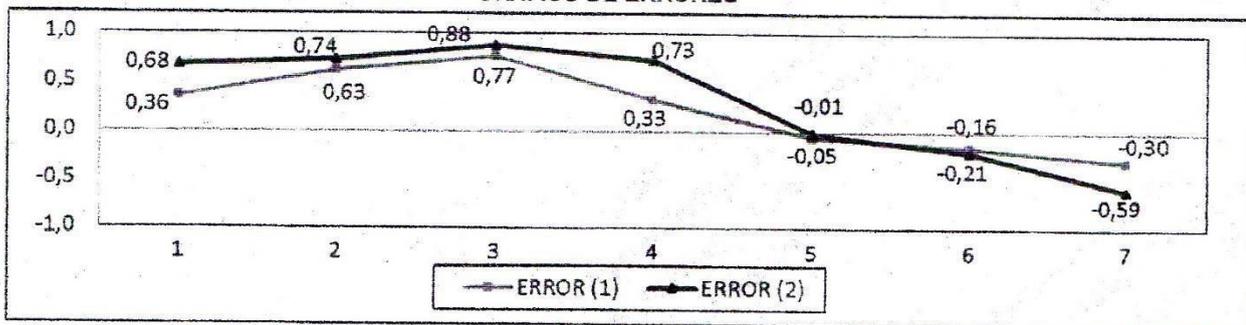
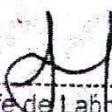


GRÁFICO DE ERRORES



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LO - 039 - 2016**

Expediente : T 224-2016  
Fecha de emisión : 2016-08-03

1. Solicitante : GEOMG S.A.C.

Dirrección : MZA. J2 LOTE. 8 URB. LOS HEROES - NUEVO  
CHIMBOTE - ANCASH

2. Instrumento de Medición : EQUIPO DE ABRASIÓN LOS ANGELES

Marca : PINZUAR

Modelo : PC-117

Serie : 1178

Indicador de Contómetro : AUTONICS

Modelo de Contómetro : CT6S

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE GEOMG S.A.C.  
02 - AGOSTO - 2016

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada según norma ASTM C131 Y C 535

5. Trazabilidad

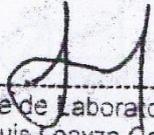
INSTRUMENTO	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	L-0576-2016	DM - INACAL *
REGLA METALICA	LLA-152	SNM-INDECOPI
BALANZA	LB-459-2016	Punto de Precisión SAC

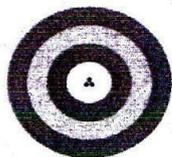
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	23,4	23,6
Humedad %	66	66

7. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LO - 039 - 2016

Página : 2 de 2

## EQUIPO DE ABRASIÓN LOS ANGELES

Dimensiones del Tambor :

DIÁMETRO	ANCHO
505 mm	72 mm

	PESO DE ESFERAS g	DIÁMETRO DE ESFERAS mm
Peso de Esfera 1	415,0 g	46,73 mm
Peso de Esfera 2	414,1 g	46,69 mm
Peso de Esfera 3	414,9 g	46,71 mm
Peso de Esfera 4	416,0 g	46,75 mm
Peso de Esfera 5	415,2 g	46,72 mm
Peso de Esfera 6	414,1 g	46,67 mm
Peso de Esfera 7	412,3 g	46,59 mm
Peso de Esfera 8	416,2 g	46,72 mm
Peso de Esfera 9	416,0 g	46,72 mm
Peso de Esfera 10	414,9 g	46,73 mm
Peso de Esfera 11	416,2 g	76,67 mm
Peso de Esfera 12	414,9 g	76,67 mm
Total	4979,8 g	

NUMERO DE VUELTAS DEL TAMBOR

32 rpm

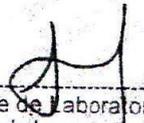
SEGÚN ESPECIFICACIONES DE LA NORMA DE ENSAYO ASTM C131 y C 535

EL PESO DE LAS ESFERAS DEBEN ESTAR ENTRE 390g a 445g

NUMERO DE VUELTAS ENTRE 30 rpm y 33 rpm

PESO TOTAL DE LAS 12 ESFERAS 5000 g ± 25g

DIÁMETRO DE ESFERAS ENTRE 46,38 mm a 47,63 mm

  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

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

"Optimización de Afirmando para Pavimentación, de las Canteras "Elias" y "Dulong" adicionándole Cal"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:  
CHRISTOPHER GEORGE ANGLI. MENDEZ SAI.DARRIAGA

ASESOR:  
ING. ERIKA MAGALY MOZO CASTAÑEDA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:  
ADMINISTRACIÓN Y SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

NUEVO CHIMBOTE  
2017

**Resumen de coincidencias** X

**28 %**

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

Coincidencias

1	www.slideshare.net	6 %
2	docplayer.es	2 %
3	www.urbanismo.com	2 %
4	Entregado a Carlos Tes...	2 %
5	ri.ues.edu.sv	1 %
6	repositorio.unsa.edu.pe	1 %

Yo, Mgtr. DIAZ GARCIA GONZALO HUGO docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Chimbote, revisor (a) de la tesis titulada "OPTIMIZACIÓN DE AFIRMADO PARA PAVIMENTACIÓN, DE LAS CANTERAS "ELÍAS" Y "DULONG" ADICIONÁNDOLE CAL", del (de la) estudiante MENDEZ SALDARRIAGA, CHRISTOPHER GEORGE ANGEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 28% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

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

Chimbote, 31 de Agosto del 2018



Mgtr. DIAZ GARCIA GONZALO HUGO

DNI:40539624

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





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
E.P. INGENIERÍA CIVIL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

CHRISTOPHER GEORGE ANGEL MENDEZ SALDARRIAGA

INFORME TITULADO:

OPTIMIZACIÓN DE AFIRMADO PARA PAVIMENTACIÓN, DE LAS  
CANTERAS "ELÍAS" Y "DULONG" ADICIONÁNDOLE CAL

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERA EN INGENIERÍA CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: 03 de Septiembre de 2018

NOTA O MENCIÓN: Trece (13)

ENCARGADO DE INVESTGACIÓN DE E.P. DE INEGNIERÍA CIVIL

