

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
ESCUELA DE POSTGRADO



**Aplicacion del Aditivo Quimico Conaid para Atenuar la
Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera
Tauca – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la Ruta Nacional
pe – 3na.**

Application of the Chemical Additive Conaid to Attenuate the
Plasticity of the Granular Material of the Stretch of Road Tauca - las
Bambas (km73 + 514 - km132 + 537) of the National Route pe - 3na.

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN TRANSPORTES Y CONSERVACION VIAL**

AUTOR:

Br. DELVA FLOR BADA ALAYO

ASESOR:

Ms. DIOMEDES MARCOS MARTIN OYOLA ZAPATA

TRUJILLO - PERÚ
2016

DEDICATORIA

A mi madre, por haberme motivado en vida a seguir
Con mis estudios superiores, pese a que ahora
se encuentra en la gloria de Dios, Gracias
por Guiarme, protegerme y orar por
mí desde el cielo.

A mis hermanos, papa y familiares
Por su comprensión y preocupación,
Encomendándome siempre a
Dios y sus bendiciones.

A mi Alex Angel Salvador y sobrinos, para que sigan
Mi ejemplo académico y continúen con sus estudios
Superiores y de esta manera logren ser
Profesionales de bien ante la
Sociedad.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme salud, guiarme y encaminarme en este proyecto, el cual ejecuté para obtener el Grado de Magister en Transportes y Conservación Vial.

Al Ms. Diomedes Marcos Martin Oyola Zapata, por brindarme su tiempo, paciencia y comprensión siendo mi asesor durante todo el proceso de elaboración para poder culminar y presentar esta tesis para optar el Grado de Magister en Transportes y Conservación Vial.

Permítame resaltar su calidad profesional y humana.

RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo Aplicar el aditivo químico CONAID para atenuar los efectos de plasticidad del material granular del tramo de la carretera Tauca – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la ruta Nacional PE – 3NA

El material a utilizar en el desarrollo del proyecto fue realizar un estudio al material granular utilizando un aditivo químico conaid para verificar el nivel de mejoramiento de las sub base, del terreno, con el fin de dar el cumplimiento al método experimental.

Con los resultados obtenidos se pretende incentivar las posteriores investigaciones de la gran gamma de aditivos químicos que existen en el medio y bajo condiciones determinadas para poder proponer su utilización en el mejoramiento de suelos con alta plasticidad.

Se concluyó de los resultados obtenidos en el aumento del valor soporte relativo y de la resistencia. Se confirma una mejoría en los resultados de las pruebas CBR, con un aumento en las pruebas de hasta el 100% en el material con aditivo.

PALABRAS CLAVES: Atenuar el material granular, con aditivo químico CONAIB

ABSTRACT

This thesis aimed to apply the chemical additive CONAID to mitigate the effects of plasticity of granular material Tauca stretch of road - Bambas (km73 + 514 - km132 + 537) of the National PE route - 3NA

The material used in the project was to conduct a study granular material using a chemical additive conaid to verify the level of improvement of the sub base, the terrain, in order to give effect to the experimental method.

The results obtained in these tests will be considered as not relevant in this thesis. The answers found from these trials, conducted with a sample of a soil additive.

It was concluded from the results the relative value aumento support and resistance. an improvement is confirmed in the results of the CBR tests, with an increase in test results up to 200% in the additive material relative to no additive material.

KEY WORDS: Mitigate the granular material, with chemical additive CONAIB.

ÍNDICE

DEDICATORIA	<i>i</i>
AGRADECIMIENTOS	<i>ii</i>
RESUMEN.....	<i>iii</i>
ABSTRACT.....	<i>iv</i>
INDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE TABLAS	x
I. INTRODUCCIÓN.....	01
1. Formulación del Problema.....	08
2. Marco teorico	08
3. Hipótesis de Investigación	08
4. Objetivos de Investigación.....	09
4.1 Objetivo General.....	09
4.1 Objetivo Especifico	09
II. DISEÑOMETODOLÓGICO.....	09
1. Material de Estudio	09
1.1 Tipo de investigacion	10
1.2 Area de estudio	11
1.3 Definicion de la Poblacion Muestral.....	11
1.4 Consideraciones éticas	12
2. Metodos Procedimiento e Instrumentos de recoleccion de datos	13
2.1 Metodo	13
2.2 Descripcion del Procedimiento	14
2.3 Instrumento de recoleccion de datos	35
3. Variables	35
4. Análisis estadístico de la información.....	35
III. RESULTADOS.....	52

IV.	DISCUSIÓN	53
V.	CONCLUSIONES	54
VI.	RECOMENDACIONES.....	55
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
	ANEXOS.....	57

I. INTRODUCCIÓN

Las técnicas de atenuar la plasticidad el material granular han experimentado un gran desarrollo en los últimos años. Ello se ha analizado una alternativa de la utilización de un aditivo químico como una posible solución para la estabilización de suelos que permita un mejor confort y seguridad para el transito vial.

Las capas estabilizadas han demostrado una mayor fiabilidad y durabilidad ante el tráfico y a climatología, debido a su mayor capacidad resistente y a su menor susceptibilidad al agua. Todo ello ha motivado que en el tramo de la carretera Tauca – Bambas (Km73 + 514 – Km132 + 537) de la ruta nacional PE – 3NA.

Por las características geológicas en el tramo de la carretera Tauca – Bambas (Km73 + 514 – Km132 + 537) de la ruta nacional PE – 3NA, los materiales granular, que posee un alto índices de plasticidad. El funcionamiento a largo plazo de cualquier proyecto de construcción depende de la calidad del material granular. Los suelos inestables pueden crear problemas significativos en las estructuras y pavimentos.

1. Formulación del Problema

¿Cómo atenuar los efectos de plasticidad del material granular aplicar el aditivo químico CONAID en el tramo de la carretera Tauca – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la ruta Nacional PE – 3NA?

2. Marco Teorico

2.1. Clasificación de suelos con fines de estabilización

- Existen varios sistemas para clasificar a los suelos con fines de estabilización, uno de los más conocidos es el que se basa en el tamaño, forma y arreglo de las partículas y conocido como sistema Northcote, en donde se divide al suelo en los grupos fundamentales siguientes: (Rojas D. 2011)

Descripción Símbolo

Suelos con perfil de textura uniforme U

Suelos con perfil de textura gradual G

Suelos con perfil de textura doble D

Suelos orgánicos O

- De los cientos de minerales que se han encontrado en los limos y arcillas contenidos en un suelo, basta para fines prácticos e ingenieriles, el reconocimiento de la existencia de menos de diez de ellos. Algunas características principales de estos se muestran. (Ruano D, 2012).
- La finalidad de reconocer a los suelos tanto visual como manualmente es permitir tomar decisiones lógicas respecto al tipo de estabilización más adecuado así como las pruebas a efectuar. De esta manera se pueden lograr economías considerables sin riesgos para el proyectista de la estabilización. Para lograr que el reconocimiento de los suelos sea

más efectivo debe complementarse con el conocimiento de las propiedades del suelo y de sus componentes. (Serigos. P, 2006).

- En el caso del empleo del cloruro de sodio se han tenido en México aplicaciones exitosas, como en las terracerías de las salinas de Guerrero Negro, California, en donde éstas están constituidas por arenas de mar compactadas con agua de mar y cuya condición salina se mantiene siempre constante, pero existen otras experiencias como las de las aeropistas de Loreto e Islas Marías, cuyas bases fueron compactadas con agua de mar y los tratamientos superficiales posteriormente colocados, se han desprendido formando ámpulas que se destruyen fácilmente por los efectos abrasivos de las llantas. (Ayuso. J, 2010).

3. Hipótesis de Investigación

3.1. Hipótesis General

La aplicación del aditivo químico conaid atenuara la plasticidad del material granular del tramo de la carretera Tauca – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la ruta Nacional PE – 3NA.

La utilización de un porcentaje de aditivo químico conaid, para mejora las características plásticas del suelo de sub-rasante de la carretera Tauca – Bambas, y como consecuencia aumenta su resistencia

Plasticidad del material granular del tramo de la carretera Tauca – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la ruta Nacional PE – 3NA

Indicadores:

- ✓ Clasificación de suelos (método AASHTO M – 145, ASTM D-2487)

- ✓ Análisis Granulométrico por tamizado (ASTM D-422, MTC E 107)
- ✓ Límite líquido (ASTM D-4318, MTC E 110)
- ✓ Límite plástico (ASTM D-4318, MTC E 111)
- ✓ Contenido de humedad (ASTM D-2216, MTC E 108)
- ✓ Proctor modificado (ASTM D-1557, MTC E 115)
- ✓ Ensayo CBR (Índice portante de california) (ASTM D 1883, MTC E 132)

5. Objetivos de Investigación

4.1 Objetivo General

Aplicar el aditivo químico CONAID para atenuar los efectos de plasticidad del material granular del tramo de la carretera Tauca – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la ruta Nacional PE – 3NA

4.1 Objetivo Específico

- ✓ Aplicar el aditivo químico CONOID en el material granular del tramo de la carretera Tauca – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la ruta Nacional PE – 3NA
- ✓ Evaluar la densidad máxima de la mezcla del material granular con aditivo químico CONAID.
- ✓ Determinar la reducción de los efectos de plasticidad del material granular con aditivo químico CONAID.

II. DISEÑO METODOLÓGICO

1. Material de estudio.

Unidad de estudio.

Es realizar un estudio al material granular utilizando un aditivo químico conaid para verificar el nivel de mejoramiento de las sub base, aplicándolo en el tramo de la carretera Tauca – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la ruta Nacional PE – 3NA

1.1. Tipo de Investigacion

Es experimental que requirió de muestras, que fueron necesarias de estudiar, el material granular utilizando un aditivo químico conaid para verificar el nivel de mejoramiento de las sub base, aplicándolo en el tramo de la carretera Tauca – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la ruta Nacional PE – 3NA

Fracción gruesa y fracción fina; que fue la primera clasificación (más adelante describimos cada una de ellas, para un mayor entendimiento), en cada una de estas muestras se hizo una investigación de cómo reaccionaba el suelo con aditivo y sin aditivo.

Tanto la fracción fina como la fracción gruesa se dividieron en las siguientes muestras:

- a) Muestra sin aditivo.
- b) Muestra equivalente a 1 L de aditivo por 30 m³ de material.
- c) Muestra equivalente a 0,9 L de aditivo por 30 m³ de material.
- d) Muestra equivalente a 1,1 L de aditivo por 30 m³ de material.

Posteriormente, cada una de las muestras con aditivo fueron divididas según criterio de la tesista, según el ensayo CBR a realizar y según las características de la acción del aditivo en:

- a) Muestras cuya prueba CBR fue según la norma NTP 339.145.
- b) Muestras con 1 día de secado antes de colocarlas en la poza de agua durante la prueba CBR.
- c) Muestras con 3 días de secado antes de colocarlas en la poza de agua durante la prueba CBR.

Por la forma en que fueron clasificadas las muestras se puede decir que aportan garantías suficientes para realizar inferencias fiables a partir de ellas. Además, todas las situaciones descritas eran necesarias de estudiar, pues abarcaban situaciones posibles.

1.2. Area de Estudio

Es realizar un estudio al material granular utilizando un aditivo químico conaid para verificar el nivel de mejoramiento de las sub base, aplicándolo en el tramo de la carretera Tauca – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la ruta Nacional PE – 3NA

Este tramo forma parte de la longitudinal de la sierra norte y se desarrolla en el Departamento del Perú: Ancash, que pertenece a la Red Vial Nacional de ruta PE-3N y se desarrolla en el tramo de la carretera Tauca – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la ruta Nacional PE – 3NA; de acuerdo a lo establecido en (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013).

1.3. Definición de la Población Muestral

1.3.1 Población.

La población en la investigación la constituyen todo el tramo de la carretera Tauca – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la ruta Nacional PE – 3NA

1.3.2 Muestra.

Para obtener la muestra se deberá efectuar la aplicación del aditivo químico conaid en el tramo de la carretera Tauca – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la ruta Nacional PE – 3NA

Técnicas e Instrumentos:

1. Ensayo de granulometría.
2. Ensayo de Proctor de CBR
3. Ensayo de límite plástico.
4. Ensayo de límite líquido.
5. Ensayo de CBR.

Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos

Las técnicas para la recolección de datos de las muestras de suelo serán las que se indican en la guía para muestreo de suelos y rocas MTC 101 – 2000, del manual de ensayo de materiales (EM 2000) aprobado por (r. d. no. 028-2001-mtc/15.17 del 16-01-01).

Técnicas e Instrumentos de procesamiento y análisis de datos

En esta parte de la investigación se realizará la evaluación de la información de campo para luego darle una confiabilidad a dicha investigación, para tal efecto se utilizará software como Excel.

1.4 Consideraciones éticas

Ética para el inicio de la evaluación:

- ✓ La investigación deberá realizarse de manera responsable y ordenada para obtener mejores resultados en laboratorio.
- ✓ Se deberá solicitar mediante un documento el permiso para el ingreso de la persona responsable del proyecto de investigación.
- ✓ La investigación debe ser transparente con datos reales del estudio donde se está realizando la investigación.

Ética en la recolección de datos:

- ✓ Tener mucho cuidado con los resultados de la evaluación obtenidos en campo para no alterar los resultados.
- ✓ Al iniciar la investigación se deberá contar con todos los instrumentos correspondientes para la evaluación.
- ✓ No se debe permitir que los resultados obtenidos en campo lo puedan darse a otras personas que no les corresponda.

Ética para la solución de análisis:

- ✓ Tener un conocimiento sobre los estudios a realizarse y de qué forma da una solución problemas del suelo.
- ✓ Tratar de verificar con cuidado el material reduzca su plasticidad para ser utilizado en el mejoramiento de la subrasante.

Ética en la solución de resultados:

- ✓ Verificar los resultados y cálculos que se encuentran bien desarrollados y definidos para no volver a realizar de nuevo
- ✓ Le responsable de los datos deberá de verificar que se encuentre en acorde a la realidad de los estudios de investigación.

Principios con el medio ambiente.

- ✓ Principio de soberanía sobre los recursos naturales y la responsabilidad de no causar daño al ambiente de otros Estados o en áreas fuera de la zona de estudio.
- ✓ Este principio, cuyo objetivo es prever y evitar la verificación de un daño ambiental identificado, se diferencia del principio establecido.

2. Metodos, Procedimiento e Instrumentos de recolección de datos.

a. Metodo

La modalidad utilizada en la investigación es fundamentalmente experimental, realizando ensayos para caracterizar los suelos de subrasante en su estado natural, y posteriormente añadiendo cantidades diferentes de aditivo conaid para comprobar las modificaciones en sus propiedades ingenieriles. La investigación comprende estudios de campo, de laboratorio y documental. Por sus objetivos, la investigación se puede identificar como del tipo exploratoria y explicativa. También cualitativa y descriptiva a partir de la caracterización de los resultados en los ensayos de suelos.

b. Descripción del procedimiento

Se denomina estabilización de suelos al proceso por el cual se busca mejorar las características de resistencia, compresibilidad y esfuerzo deformación de los mismos.

El diseño de estabilización con aditivo, consiste en primer termino en llevar a cabo una adecuada clasificación de suelos, con base en lo cual se determina el tipo y cantidad de estabilizante, así como el procedimiento para efectuar la estabilización. El método de diseño obviamente depende del uso que se pretenda dar al suelo estabilizado. En la práctica se tiene sin embargo una gran confusión en lo que respecta al diseño de estabilizaciones, pues es difícil establecer patrones de estabilización de materiales de base, por ejemplo, cuando se tiene una gran diversidad de métodos de diseño de pavimentos.

Se debetener encuentra las características que se desea en el suelo estabilizado, condiciones que nos pueden indicar la importancia

relativa de propiedades tales como la resistencia a la compresión, resistencia a agentes abrasivo, trabajabilidad del suelo, etc.

Es indispensable también conocer de antemano las características orinales del suelo que se pretendan estabilizar, así como el tipo de minerales arcillosos que contiene para poder predecir el resultado que se logrará con la adición del agente estabilizante.

La estabilización se define como un proceso de mejorar el comportamiento del suelo (propiedades mecánicas) mediante la reducción de sus susceptibilidades a la influencia del agua y a las condiciones del tránsito, cambiando considerablemente las características del mismo, produciendo un aumento en su resistencia y estabilidad a largo plazo; es decir durabilidad. Por ejemplo; para suelos arcillosos de características plásticas que tienden a sufrir cambios volumétricos debido a cambios de humedad y con baja capacidad de soporte el objetivo principal será una reducción en su índice de plasticidad; ya que un IP demasiado alto significará un alto valor de expansión y/o su opuesta contracción, a la vez una baja capacidad para soportar cargas.

Casos que justifican una estabilización:

- Suelo de subrasante desfavorable o muy arenoso o muy arcilloso.
- Materiales para base o sub base en el límite de las especificaciones.
- Condiciones de humedad.
- Cuando se necesite una base de calidad superior, como en una autopista.
- En una repavimentación, utilizando los materiales existentes.

2.2.1. Tipos de estabilización de suelos.

- En la actualidad se emplean los siguientes métodos:
 - Estabilización mecánica (compactación).
 - Estabilización por drenaje.
 - Estabilización química (cemento, cal, asfalto, otros productos).

2.2.2. Estabilización mecánica.

- Se define como un método de mejoramiento de las propiedades de los suelos a partir de ejercer una acción mecánica de corta duración de manera repetitiva sobre una masa de suelo parcialmente saturado, para ésta acción se utilizan equipos llamados compactadores, los cuales tienen como fin lograr aumentar la resistencia al corte.

Al compactar un suelo se obtiene:

- Mayor densidad, por lo que tendremos una mejor distribución de fuerzas que actúan sobre el suelo.
- Mayor estabilidad, pues al no compactar un suelo se tendrán asentamientos desiguales por lo tanto inestabilidad de la estructura.
- Disminución de la contracción del suelo, al existir espacios vacíos, provocando en suelos arcillosos la contracción y dilatación del suelo y por último ocasionará una disminución de los asentamientos.

2.2.3. Estabilización por drenaje.

- Consiste en un drenaje superficial y desagüe subterráneo. Se colocan sistemas de canalizaciones y tubos subterráneos que captan el agua y la sacan de la zona en que se sitúa la estructura; de tal manera que se pueda canalizar el agua proveniente de cualquier dirección a través de éstos canales y cunetas; alejándola de la zona de la obra. El fin es evitar impactos negativos de las aguas sobre la estabilidad, durabilidad y transitabilidad de la carretera.

2.2.4. Estabilización química.

- Se usa por la adición de agentes estabilizantes químicos específicos; comúnmente se usa cemento, cal, asfalto, cemento portland, entre otros. Con esta tecnología de estabilización se busca generar una reacción química del suelo con el estabilizante para lograr la modificación de las

características y propiedades del suelo; y así darle mayor capacidad de respuesta a los requerimientos de carga dinámica a los que estará sometido.

Los estabilizadores químicos pueden tener tres categorías:

- Para cubrir e impermeabilizar los granos del suelo o proveer de fuerza cohesiva.
- Para formar una adhesión cementante entre las partículas del suelo; proporcionándoles fuerza y durabilidad.
- Para suelos finos tipo arcillas; generarán una alteración en la naturaleza del sistema agua-arcilla, con la cual se tendrá como resultado una baja en la plasticidad; posibles cambios de volumen; hará que se formen uniones cementantes y por último se mejorará la resistencia aumentándola.

2.2.5. Clasificación de los aditivos

Los aditivos estabilizadores podríamos agruparlos de la siguiente forma:

Absorventes de agua	Cloruro de calcio
	cloruro de sodio
Derivado del petróleo	Emulsion Asfálticas
	Líquido asfáltico
	Emulsiones de asfalto modificado
No derivados del petróleo	Grasa de animales
	Lignosulfatos
	Melaza-azúcar de beterraga
	Aceites vegetales
Polímeros sintéticos	Acetato polovinílico
	Vinil acrílico

2.2.6. Aditivo conaid

Producto específicamente diseñado para la mejora de suelos en la construcción vial, que se utilizan tanto en caminos naturales como en capas estructurales de un pavimento.

CON-AID es un compuesto orgánico que modifica las arcillas de naturaleza hidrofílica del suelo en arcillas de naturaleza hidrofóbica. Este proceso se realiza a través de un intercambio iónico con la partícula de arcilla. CON-AID es capaz de reducir la movilidad y el intercambio iónico de las arcillas y por ende del suelo, produciendo las siguientes modificaciones en el material:

Incrementa la naturaleza hidrofóbica

Elimina parte del agua absorbida.

Genera cohesión entre partículas microscópicas que evitan que las partículas más pequeñas se desprendan (polvo).

Su rango de utilización abarca todos los suelos arcillosos o los que al menos contengan un 5% de arcilla.

En los suelos arcillosos, CON-AID modifica sus características físicas y químicas y mejorando su comportamiento mecánico.

En los suelos con menor cantidad arcilla facilitará la compactación y aumentará su capacidad portante.

2.2.7 Especificaciones técnicas del producto.

En este documento se definen las exigencias y los procedimientos que deben ser empleados y aplicados en este trabajo de investigación para el correcto uso del producto.

- Tecnología: Sistema enzimático.
- Efecto en la estructura mineral de la arcilla: Reduce la plasticidad y permeabilidad. Incrementa la densidad y razón soporte (CBR).
- Características y comportamiento: Reacciones e intercambio iónico, electroquímico con las partículas de arcilla. Reducción de la tensión superficial. Degradación enzimática del material orgánico en el suelo.

- Naturaleza: Tecnología de fermentación de vegetales. Líquido.
- Rango: Amplio rango de suelos naturales incluyendo materiales con alto contenido arcillosos cohesivo.
- Aplicación: Los requerimientos de aplicación son mínimos, es de fácil aplicación. Construcción económica. Aplicación manual, basada en una buena mezcla de suelo, suficiente dilución en agua del producto y una adecuada compactación. Moderado índice plástico (menor a 20). El suelo puede contener material orgánico.

Rendimiento: Un bidón de 20 L rinde para 660 m³

Rinde 1 L para 220 m, con un largo de 1100 m, ancho de 4 m, y espesor de 15 cm. 2 ó 1 L para 33 m³

- Vencimiento: 48 meses, contados desde la fecha de su fabricación.
- Medio ambiente: Ecológico. No tóxico, biodegradable.
- Propiedades a 25° C: Considerando la temperatura ambiente.

- pH: 4 - 9 - Gravedad específica: 1,0 - 1,10

- Color: Marrón claro

- Viscosidad, CPS: 20

- Olor: Inodoro

Ventajas que se obtendrían al aplicar el producto

- Alto rendimiento y bajo costo: Se puede obtener caminos de tierra con bajo costo de mantenimiento, de extensa vida útil y en las más variadas condiciones climatológicas.
- Reduce problemas generales de trabajo y mantenimientos de caminos: Al disminuir la penetración de agua, aumenta la estabilidad del suelo. De esta

manera se reducirían los efectos de las ondulaciones, encalaminado y baches, dando como resultado mayor tiempo de vida útil y menor costo de mantenimiento.

Se puede usar material de menor calidad, lo que reduce la necesidad de importar material costoso: Usa más material del propio suelo.

- Aumenta la resistencia de la compresión: Como catalizador orgánico, éste debería fortalecer la unión del material, así esta tendría mayor densidad, mayor cohesión y mayor estabilidad; con el mejoramiento de estas propiedades la resistencia a la compresión también debería aumentar.
- Reduce el esfuerzo de compactación y hace más fácil trabajar el suelo: El producto debe de aumentar la lubricación de las partículas del suelo. Hace el suelo más fácil de nivelar y permitiría obtener la densidad deseada con menos pasadas del compactador.
- Aumenta la densidad del suelo: Cambiando la atracción electroquímica en las partículas del suelo y liberando el agua retenida, el producto debería ser capaz de disminuir los vacíos existentes entre las partículas del suelo. Se produce así una fundación del camino más firme, seca, densa y con menos polvo.
- Disminuye la permeabilidad del agua: Después de la aplicación del producto, se debería obtener una configuración del suelo más cohesiva, de modo tal que inhiba el escurrimiento y la migración del agua que se suele producir a través de los vacíos que existen entre las partículas del suelo.
- Climas: Deberá reaccionar de modo efectivo a los cambios bruscos de temperatura y en zonas lluviosas en las alturas y a la acción de las heladas.

2.2.8 Proceso químico del estabilizador con la arcilla

2.2.8.1 Sistema típico de arcilla-agua, los cationes cargados positivamente se sitúan alrededor de la lámina de arcilla cargados negativamente (Figura 2.1).

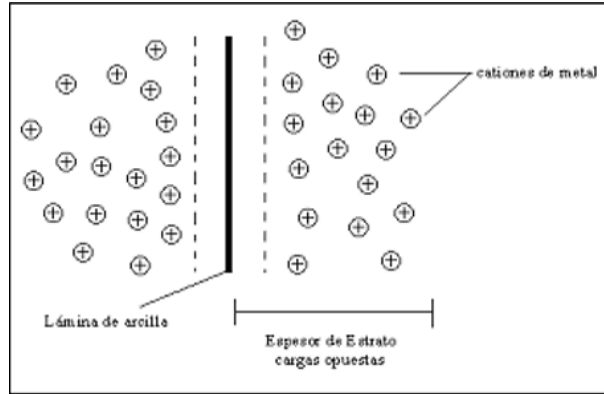


Figura 2.1. Proceso químico del estabilizador con la arcilla.

Reducción de ambos estratos alrededor de lámina de arcilla cuando los cationes de sodio Na^+ son reemplazados por los cationes de Calcio Ca^{2+} (figura 4.2)

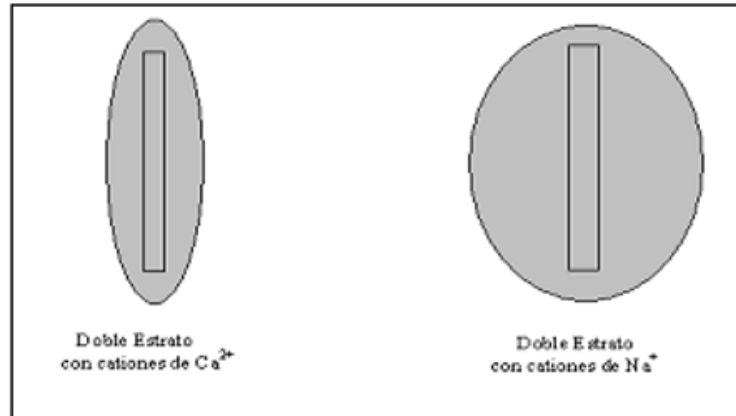


Figura 2.2 Proceso químico del estabilizador con la arcilla

2.2.8.2 La lámina de arcilla se cubre con cationes orgánicos reduciendo el espesor del estrato por las cargas opuestas.

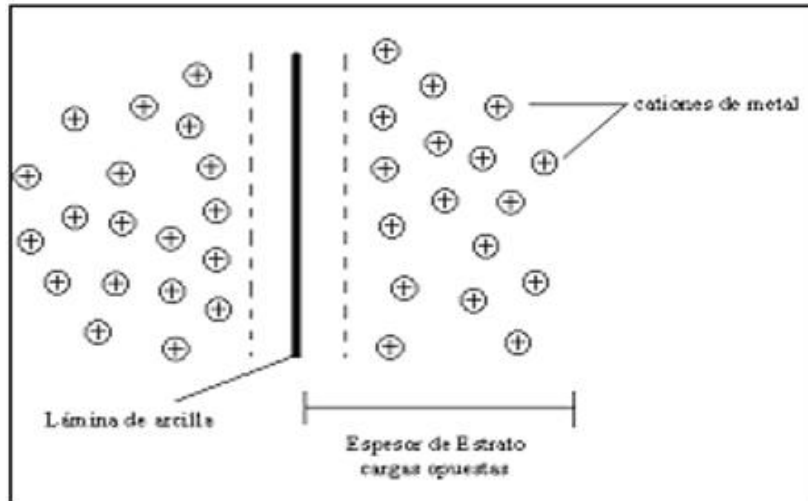


Figura 2.3 Proceso químico del estabilizador con la arcilla

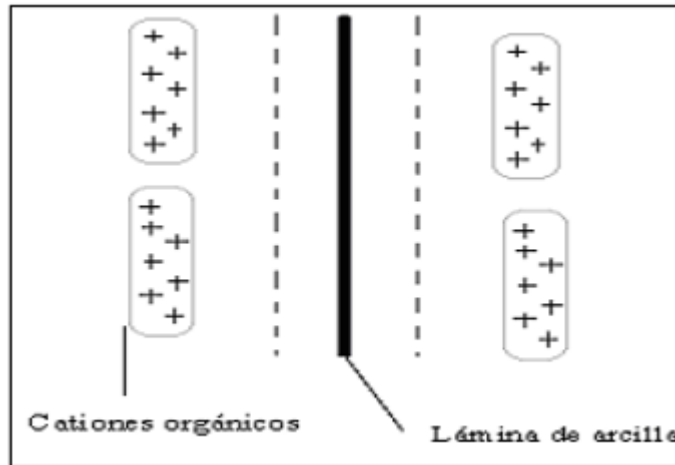


Figura 2.4 Proceso químico del estabilizador con la arcilla

2.2.9 Selección del suelo a ensayar

En la correcta selección del suelo existen dos tipos de análisis: físicos y químicos. Para esta investigación el suelo a utilizar debería cumplir con ciertos parámetros dados por las especificaciones técnicas del producto.

2.2.9.1 Características del suelo escogido:

Se trabajó con una mezcla de suelos para cumplir con los requerimientos, se logró la mezcla adecuada de suelos que dio como resultado un suelo de clasificación CL.

- Suelo 1: Arcilla

Características de la arcilla: Estas pertenecen al grupo de arcillas del tipo illita. Es una arcilla no expansiva, micácea. Este tipo de arcillas presentan una considerable sustitución iónica y su capacidad de cambio catiónico es mediana.

Descripción de la muestra: Presenta 70% de finos arcillosos, 30% de arena fina. Muestra de color gris claro.

- Clasificación AASHTO: A-6 Tipo de suelos compuestos por arcillas con moderada o despreciable cantidad de material grueso. Suelo de muy baja permeabilidad, de deficiente elasticidad. Presenta altos cambios de volumen. Este suelo puede ser clasificado como suelo medianamente apto para su utilización como subrasante, pueden llegar al punto de ser inadecuadas y requerir una capa subbase o una mayor capa de base.
- Límite Líquido LL: 34. Un límite líquido mayor o igual a 40 es considerado como crítico; el valor obtenido para ésta arcilla es muy cercano a ésta descripción.
- Límite Plástico LP: 15
- Índice Plástico IP: 19. Del mismo modo que lo escrito para el límite líquido; un índice plástico igual o por encima del valor de 10 es considerado crítico. El suelo estudiado es inestable.

- Suelo 2: Afirmado Cantera de extracción: Cantera La Ramsa

Tipo de Material: Éste material ésta compuesto por fosfatos y yesos; es del tipo de las cuarcitas metamórficas bien antiguas planares, posee micas. Éste tipo de suelo no posee plasticidad, es un suelo de mezcla predominantemente calcáreo, es decir inhibe la acción de la montmorillonita.

Suelo final: Mezcla: 75 % de afirmado de cantera La Ramsa más 25% de arcilla de la cantera Parque Kart beer

Tipo de material: Para cumplir con las solicitudes técnicas para la aplicación del producto se logró la mezcla en un porcentaje de 75% afirmado más 25% de arcilla.

Descripción de la muestra: La descripción del suelo final es la siguiente.

- Clasificación AASHTO: A-2-6
- Clasificación SUCS: CL
- Límite Líquido LL: 30
- Límite Plástico LP: 14
- Índice Plástico IP: 16

De tal manera que se aseguró las características necesarias para la utilización del producto. 4.3 Diseño del experimento En el diseño del experimento se consideró realizar diversas recopilaciones de información para la obtención de un análisis objetivo con respecto al problema planteado.

Número de pruebas a realizar y confiabilidad del experimento.

Para calcular el número de pruebas y su nivel de confiabilidad se tomaron los siguientes criterios:

- Este tipo de investigación requirió de diferentes tipos de muestras, que fueron necesarias de estudiar, razón por la cual se trató de abarcar todas las situaciones posibles dentro de un rango aceptable de pruebas. Por ejemplo: Primero se obtuvo una muestra general (que fue obtenida a partir de la mezcla de dos suelos obtenidos en canteras) del tipo de suelo CL; de esta muestra general se extrajeron todas las muestras que a continuación detallamos:

- Fracción gruesa y fracción fina; que fue la primera clasificación (más adelante describimos cada una de ellas, para un mayor entendimiento), en cada una de estas muestras se hizo una investigación de cómo reaccionaba el suelo con aditivo y sin aditivo.

- Tanto la fracción fina como la fracción gruesa se dividieron en las siguientes muestras:

a) Muestra sin aditivo.

b) Muestra equivalente a 1 L de aditivo por 30 m³ de material.

c) Muestra equivalente a 0,9 L de aditivo por 30 m³ de material.

d) Muestra equivalente a 1,1 L de aditivo por 30 m³ de material.

e) Muestra equivalente a 1,5 L de aditivo por 30 m³ de material.

Posteriormente, cada una de las muestras con aditivo fueron divididas según criterio de la tesista, según el ensayo CBR a realizar y según las características de la acción del aditivo en:

a) Muestras cuya prueba CBR fue según la norma NTP 339.145.

b) Muestras con 1 día de secado antes de colocarlas en la poza de agua durante la prueba CBR.

c) Muestras con 3 días de secado antes de colocarlas en la poza de agua durante la prueba CBR.

- Por la forma en que fueron clasificadas las muestras se puede decir que aportan garantías suficientes para realizar inferencias fiables a partir de ellas. Además, todas las situaciones descritas eran necesarias de estudiar, pues abarcaban situaciones posibles.

- Una razón muy importante para conseguir un resultado coherente a través de un número mínimo pero necesario y suficiente de pruebas, es el costo tanto en tiempo como en recursos que se necesita.

se logró organizar las pruebas de tal modo que abarcaran un número mayor de ellas para las distintas situaciones planteadas (como se verificará más adelante); a la vez también se logró realizar otros tipos de ensayos que no se habían tomado en cuenta en el estudio anterior (absorción por capilaridad y límites de consistencia). Para organizar este nuevo período de pruebas dentro de un plazo de tiempo aceptable y dentro de un presupuesto ajustado, se requirió la ayuda de un técnico ajeno a la universidad que trabajara únicamente con la tesista y en el trabajo encomendado; con el permiso adecuado del jefe de laboratorio. En los días que se trabajaba, se realizaban distintas pruebas de forma paralela, dependiendo del progreso de cada etapa de una prueba, y trabajando hasta 12 horas seguidas en varias ocasiones. Las pruebas mecánicas y químicas se hicieron paralelamente, por cuestiones de tiempo.

La confiabilidad de los resultados será producto de considerar:

- A partir del resultado general de las pruebas, cuyo número se considerará el necesario para obtener una conclusión general coherente y verdadera. Este número depende del costo en tiempo y en recursos como se explica en el párrafo anterior y teniendo en cuenta además las diferentes situaciones a considerar para el uso del aditivo, también explicado en párrafos anteriores. El número de ensayos realizados toma como referencia el número de frecuencia dada en las especificaciones técnicas para los diferentes tipos de ensayo. El número fue de 3 muestras para comparar en cada situación de muestreo.

Cabe señalar que las Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2000), siguen el mismo criterio de costo y tiempo; consideran un número de ensayos razonable, según el material y la

característica a medir, (Capítulo 3, Sección 308, tabla N° 308-1: Ensayos y frecuencias).

- Los ensayos se realizaron siguiendo las normas técnicas peruanas correspondientes.
- Los ensayos realizados se hacen con la ayuda de técnicos con años de experiencia en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de Construcción (LEMAC).

2.2.10 Ensayos de dosificación del agente estabilizador

La aplicación de la sustancia química se efectuó mediante dispositivos capaces de liberar las cantidades prefijadas del producto. 4.4.1 Porcentajes de adición del estabilizante

Se dosifica a razón de 1 litro cada 30 metros cúbicos de material compactado mezclado con el agua necesaria para obtener la humedad óptima para compactar.

- Adición del estabilizante: Se realizó la dilución del aditivo en una solución patrón pues las cantidades a tomar del aditivo para los ensayos eran relativamente pequeñas.

Se probó dos clases de mezclas para efectos de atender todas las probabilidades posibles:

1. Mezcla normal o fracción gruesa: Es la mezcla del 75% en peso de afirmado más el 25% en peso de la arcilla.
2. Material que pasa la malla N° 4 o fracción fina: Es el material que se obtiene al tamizar la mezcla normal por la malla N° 4.

En la primera muestra, se tomó el material en su totalidad, la fracción gruesa más la fracción fina mezclándolas con la cantidad de agua con aditivo según el ensayo próctor y especificaciones técnicas. Se realizaron

varios ensayos con esta muestra a fin de hallar algún posible cambio en cuanto a las propiedades que se investigan: razón soporte (CBR), permeabilidad, hinchamiento.

En la muestra siguiente, se trabajó con la fracción fina (pasa la malla N° 4), que es aquella que le proporciona al suelo las características de inestabilidad.

El aditivo fue probado en distintos rangos de proporción: la dosificación según las especificaciones técnicas es de 1 L de conaid por 30 m³ de material; luego se trabajó de la siguiente forma:

- Muestras sin aditivo, para tener las características del suelo sin ningún agente químico actuando y así tener las verdaderas propiedades del suelo.
- Muestra equivalente a 1 L de aditivo por 30 m³ de material. - Muestra equivalente a 0,9 L de aditivo por 30 m³ de material. - Muestra equivalente a 1,1 L de aditivo por 30 m³ de material.
- Muestra equivalente a 1,5 L de aditivo por 30 m³ de material.

Normalmente la diferencia entre los rangos es del 5% con respecto a la dosificación dada en las especificaciones técnicas del producto (1 L de aditivo por 30 m³ de material), pero en este caso se decidió por un rango más amplio con el fin de que las variaciones de las propiedades se pudieran observar con mayor facilidad.

2.2.12.-Características y cálculo de las muestras con y sin aditivo del suelo

Ya se describieron los tipos de muestras a los que se les aditivará el producto en distintos rangos de cantidad de éste.

a) Mezcla 1: Mezcla Normal

Es decir 75% del peso total con el que se va a trabajar debe ser el afirmado y el 25% será de la arcilla. - Cálculo empleando 30 m³

Es decir 34,08 ml de solución en la cantidad de agua según el ensayo próctor. a.3) 1,1 L de aditivo por 30 m³ de material: Aquí se le está sumando un 10% adicional a la cantidad requerida del producto, para efectos de la investigación. 30 m³ 8,2949
 suelo compactado ----- 1100 ml aditivo $\times 10^{-3}$ m³ $x = 0,3041$ ml ----
 ----- x de aditivo 0,2488 ml es la cantidad de aditivo para un total de 18 kg de suelo para el ensayo CBR.

7,3 ml aditivo ----- 1000 ml solución 0,3041 ml ----- $x =$
 41,66 ml de solución

Es decir 41,66 ml de solución en la cantidad de agua según el ensayo próctor. a.4) 1,5 L de aditivo por 30 m³ de material: Se le consideró un adicional del 50% de la cantidad especificada para poder realizar una investigación más minuciosa y realizar comparaciones entre las respuestas a las pruebas con distintas cantidades de aditivo. 30 m³
 8,2949 suelo compactado ----- 1500 ml aditivo $\times 10^{-3}$ m³ $x = 0,4147$
 ml ----- x de aditivo

0,4147 ml es la cantidad de aditivo para un total de 18 kg de suelo para el ensayo CBR.

b) Mezcla 2: Material que pasa malla N° 4: Esta mezcla se consiguió del tamizado de la mezcla del 75% de afirmado más el 25% de la arcilla. Densidad máxima seca = 1,99 kg /cm³ Porcentaje de humedad óptima =12% 1 m³ x ----- 18 kg Suelo
 suelo compactado ----- 1990 kg suelo suelto $x = 9,0452$ m³ de suelo compactado

Con esta cantidad de suelo compactado se hallará la cantidad necesaria de aditivo necesario para cada porcentaje trabajado.

b.1) 1 L de aditivo por 30 m³ de material: Cantidad de aditivo que es aconsejada por las especificaciones técnicas del producto. 30 m³

9,0452 suelo compactado ----- 1000 ml aditivo $\times 10^{-3} \text{ m}^3 \times = 0,3015$
 ml de aditivo suelo compactado ----- x

0,3015 ml es la cantidad de aditivo para un total de 18 kg de suelo para el ensayo CBR.

7,3 ml aditivo ----- 1000 ml solución 0,3015 ml ----- x x =
 41,30 ml de solución

Es decir 41,30 ml de solución en la cantidad de agua según el ensayo Proctor. b.2) 0,9 L de aditivo por 30 m³ de material: Es decir a la cantidad descrita en las especificaciones técnicas se le reducirá un 10% del aditivo para ver los efectos. 30 m³ 9,0452
 suelo compactado ----- 900 ml aditivo $\times 10^{-3} \text{ m}^3 \times = 0,2714$ ml de --
 ----- x aditivo

0,2714 ml es la cantidad de aditivo para un total de 18 kg de suelo para el ensayo CBR.

7,3 ml aditivo ----- 1000 ml solución 0,2714 ml ----- x x =
 37,17 ml de solución

Es decir 37,17 ml de solución en la cantidad de agua según el ensayo Proctor.

b.3) 1,1 L de aditivo por 30 m³ de material: Aquí se le está sumando un 10% adicional a la cantidad requerida del producto, para efectos de la investigación. 30 m³ 9,0452 m suelo
 compactado ----- 1100 ml aditivo $3 \times = 0,3316$ ml ----- x de
 aditivo

0,3316 ml es la cantidad de aditivo para un total de 18 kg de suelo para el ensayo CBR.

7,3 ml aditivo ----- 1000 ml solución 0,3316 ml ----- x x =
 45,43 ml de solución

Es decir 45,43 ml de solución en la cantidad de agua según el ensayo próctor. b.4) 1,5 L de aditivo por 30 m³ de material: Se le consideró un adicional del 50% de la cantidad especificada para poder realizar una investigación más minuciosa y realizar comparaciones entre las respuestas a las pruebas con distintas cantidades de aditivo. 30 m³ 9,0452 suelo compactado ----- 1500 ml aditivo $\times 10^{-3}$ m³ $x = 0,4523$ ml ----- x de aditivo

0,4523 ml es la cantidad de aditivo para un total de 18 kg de suelo para el ensayo CBR 7,3 ml aditivo ----- 1000 ml solución 0,4523 ml -----
 ---- $x x = 61,96$ ml de solución

Es decir 61,96 ml de solución en la cantidad de agua según el ensayo próctor.

2.2.12 Resultados de ensayos mecánicos

Los ensayos mecánicos se realizaron en el Laboratorio de Universidad Católica los Angeles de Chimbote, y los resultados se presentan a continuación:

Análisis granulométrico

El agregado a estabilizar deberá presentar una gradación que se asemeje a las siguientes especificaciones:

Tabla 2.1 Perfil de graduación según especificación técnica del producto

Tamiz	Especificaciones
2 ½"	100
1"	80 - 100
3/8"	60 - 80
Nº 4	40 - 65
Nº 10	35 - 55
Nº 40	25 - 40
Nº 200	18 - 30

El porcentaje final de cada uno de los suelos que se usó fue:

Agregado	Porcentaje de mezcla de cada agregado (%)	
	Afirmado	Arcilla
Porcentaje de mezcla (%)	75	25

Los resultados del análisis mecánico por tamizado fueron:

Tabla 2.2. Análisis granulométrico.

Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa
2 ½"	63,5	100 %
1 ½"	38,1	100 %
1"	25,4	91 %
¾"	19,1	82 %
3/8"	9,53	66 %
Nº 4	4,76	57 %
Nº 8	2,38	54 %
Nº 16	1,19	53 %
Nº 30	0,59	51 %
Nº 50	0,297	46 %
Nº 100	0,149	32 %
Nº 200	0,074	21 %

En las especificaciones indican que para el uso del aditivo basado en enzimas se necesita un mínimo de finos del 15% que pasen la malla Nº 200; según la tabla 4.2, estos constituyen el 21% para el suelo con el que se está trabajando.

El gráfico siguiente muestra la curva granulométrica en color púrpura de la mezcla de suelos, las curvas de color marrón rojizo muestran los rangos inferiores y superiores de las especificaciones técnicas del producto. El resultado final muestra una saliente de la curva granulométrica que no está dentro del rango de valores requerido, esto se presenta entre los valores de tamices N° 30 y N° 50; esto significa que hay más porcentaje de material de éstos tamaños del que se requiere. Para obtener la granulometría final de la mezcla se diseñó con distintos porcentajes de afirmado y de arcilla; al final quedó aquel que no solamente se acercará a las características requeridas para cumplir cierta gradación, sino que también cumpliera con otras características importantes, como el índice plástico, límite líquido etc. que son características necesarias para el uso del aditivo.

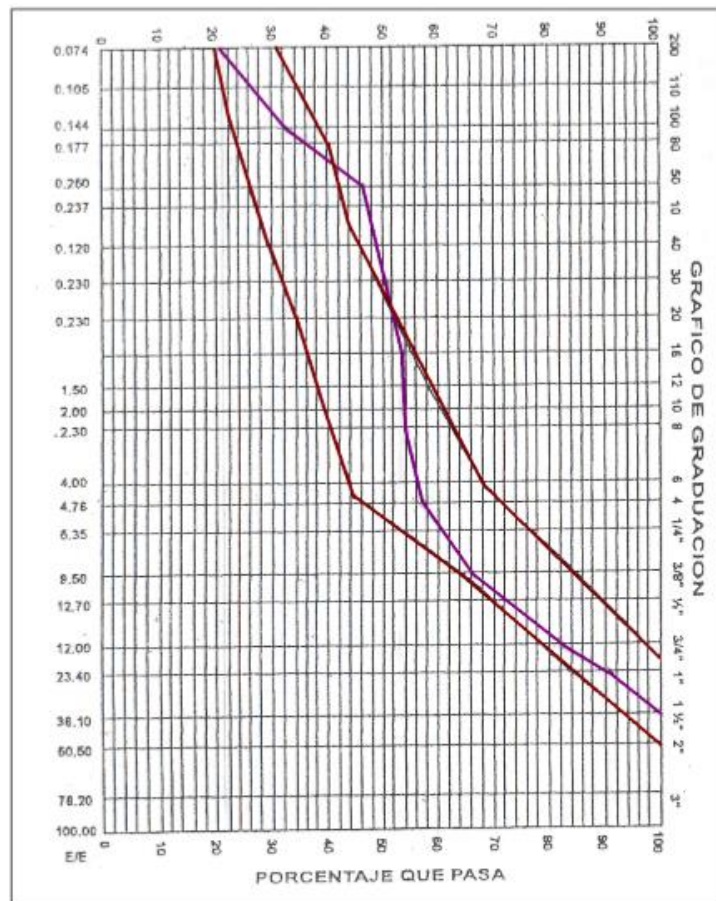


Figura 2.5. Resultados del ensayo granulométrico de la mezcla de suelos

2.3 Instrumento de recolección de datos.

Las técnicas para la recolección de datos de las muestras de suelo serán las que se indican en la guía para muestreo de suelos y rocas mtc 101 – 2000, del manual de ensayo de materiales (em 2000).

3. Variables

Variable independiente: aplicación del aditivo químico conaid

Costo porcentaje,

4. Analisis estadístico de la información.

4.1.- Ensayo Proctor para el CBR.

La compactación se hizo de acuerdo al ensayo Proctor modificado que es un procedimiento para dar valor aproximado de densidad seca y humedad óptima del suelo.

Tabla 4.1. Resultados del ensayo próctor.

	Proctor	
	Máx. densidad seca (gr/cm ³)	Humedad óptima (%)
Mezcla normal (75% afirmado + 25%arcilla)	2,17	8
Mezcla tamizada (Material que pasa malla N° 4)	1,99	12

4.1.2.- Ensayo Proctor para el CBR.

La compactación se hizo de acuerdo al ensayo Proctor modificado que es un procedimiento para dar valor aproximado de densidad seca y humedad óptima del suelo.

Tabla 4.3. Resultados del ensayo próctor.

	Proctor	
	Máx. densidad seca (gr/cm ³)	Humedad óptima (%)
Mezcla normal (75% afirmado + 25%arcilla)	2,17	8
Mezcla tamizada (Material que pasa malla N° 4)	1,99	12

4.1.3.- Absorción por capilaridad.

Para el desarrollo de esta prueba se trabajó tanto con muestras de la mezcla de fracción gruesa como con muestras de la mezcla de fracción fina; para ambas muestras se realizaron las pruebas con tres casos: suelo sin aditivo, con 1 L de aditivo y con 1,5 L de aditivo en 30 m³ de suelo.

Este ensayo se hizo para demostrar la efectividad del aditivo al evitar la penetración del agua en el suelo tratado permitiendo una mejor estabilidad de la capa. Se esperan reducciones de más del 50% con respecto a los no tratados.

Tabla 4.4. Resultados del ensayo en la fracción fina del suelo

Número de días	Porcentajes de absorción (%)					
	Fracción fina sin aditivo		Fracción fina con 1 L de aditivo		Fracción fina con 1,5 L de aditivo	
	Probeta #1	Probeta #2	Probeta #1	Probeta #2	Probeta #1	Probeta #2
1 día	2,87	3,03	2,60	2,25	2,42	1,50
2 días	4,16	4,16	3,63	3,49	3,39	2,99
3 días	5,35	5,34	4,82	4,82	4,29	4,06
4 días	6,65	6,37	6,19	6,28	5,42	5,41
5 días	7,43	7,08	7,13	7,14	6,16	6,39
6 días	8,10	7,63	7,22	8,5	6,76	7,16
7 días	9,06	8,47	8,65	8,47	7,67	8,02

Tabla 4.5. Resultados del ensayo en la fracción gruesa del suelo

Número de días	Porcentajes de absorción (%)					
	Fracción gruesa sin aditivo		Fracción gruesa con 1 L de aditivo		Fracción gruesa con 1,5 L de aditivo	
	Probeta #1	Probeta #2	Probeta #1	Probeta #2	Probeta #1	Probeta #2
1 día	4,27	3,77	3,65	3,77	4,24	4,34
2 días	5,63	5,14	5,06	5,03	5,36	5,78
3 días	6,81	6,5	6,49	6,57	6,96	7,27
4 días	7,05	6,81	7,14	7,2	7,38	7,49
5 días	7,13	7,19	7,19	7,61	7,47	7,70
6 días	6,90	7,33	7,31	7,64	7,48	7,81
7 días	7,01	7,45	7,44	7,67	7,63	7,83

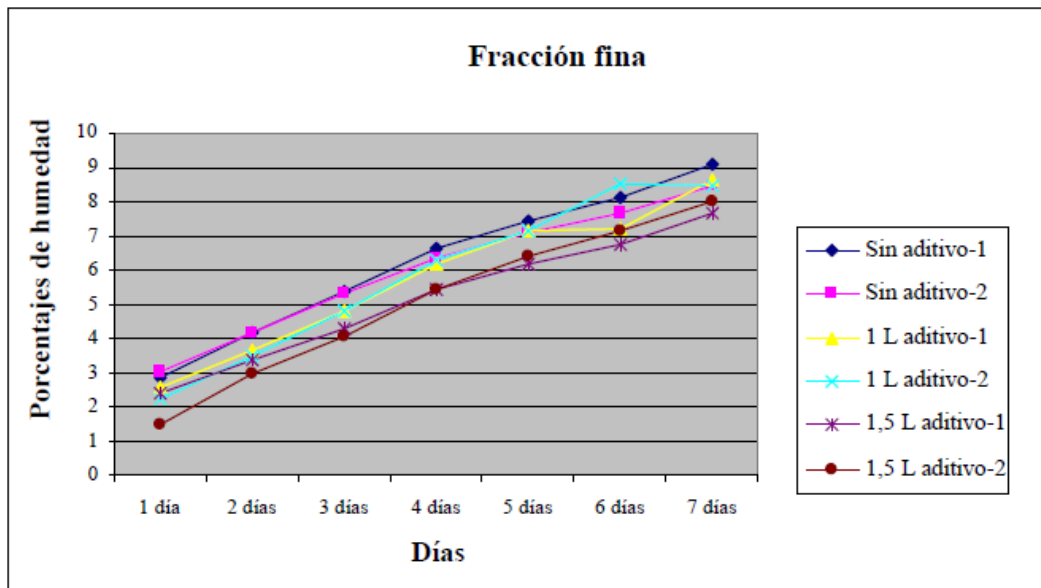


Figura 2.6. Curvas que muestran los porcentajes de absorción de humedad de la fracción fina.

Los resultados diferentes entre los dos tipos de muestra se deben a que la “fracción gruesa” posee además de finos el agregado grueso, el que tiene otras propiedades físicas, las cuales podrían estar afectando los resultados; esto se puede observar por ejemplo en los porcentajes de absorción, las cuales son distintos, es así como en la fracción fina la absorción es mayor por la presencia de finos (arcillas) las cuales van a absorber el agua en mayor proporción que la fracción gruesa. En cuanto a los resultados con el aditivo, podemos decir que como éste actúa en la fracción fina, los resultados se observan con mayor notoriedad. Resultado muy distinto se obtuvo en la otra muestra porque había presencia de otro tipo de agregado en mucha mayor

proporción que la arcilla. Quizás con una mayor proporción de arcilla (más alta que el 25% utilizado) se obtengan los resultados deseados.

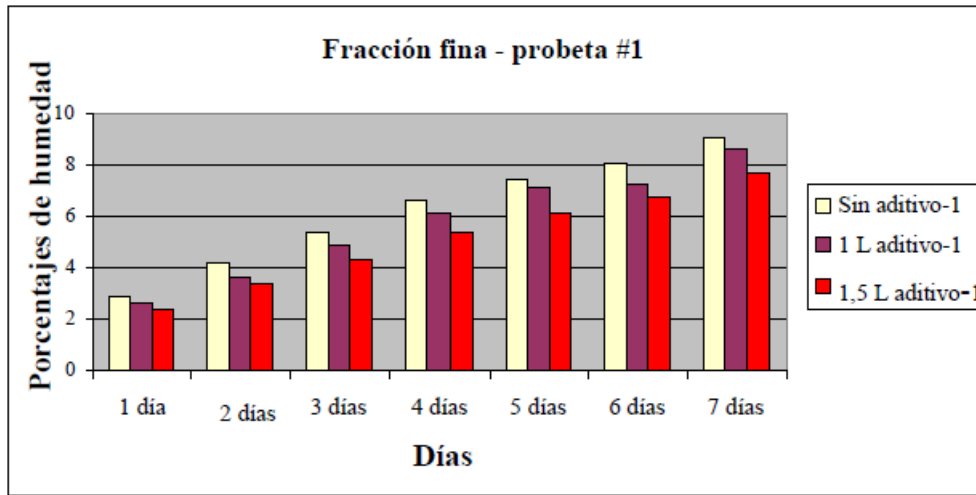


Figura 2.8. Porcentaje de humedad absorbida para la fracción fina. Probeta #1

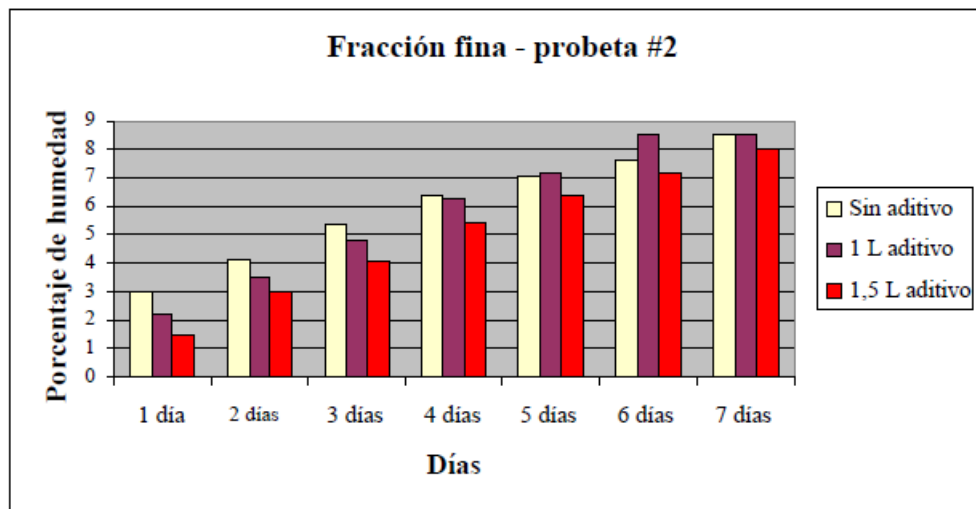


Figura 2.9. Porcentaje de humedad absorbida para la fracción fina. Probeta #2

4.1.4 Valor soporte relativo. CBR.

Esta prueba medirá la efectividad en el aumento de la resistencia de carga del aditivo en comparación con el suelo normal.

a) Suelo sin aditivo

Se realizaron las pruebas en las mezclas de suelo sin el aditivo para poder compararlas con las muestras de suelo ensayadas con aditivo.

a.1) Fracción fina: Los siguientes resultados muestras valores bajos propios de un suelo regular como el CL.

Se muestran los resultados del ensayo de valor soporte relativo a las muestras sin aditivo. El suelo ha sido caracterizado como un suelo que sufre cambios de volúmenes altos por lo tanto su rendimiento como base de un pavimento es muy bajo; al igual que su uso como subbase y como subrasante. Los resultados mostrados a continuación muestran que en efecto, con un CBR entre 6 y 12, el suelo es regular y no es recomendable su uso para pavimentos.

Tabla 2.6. Resultados del ensayo CBR para suelo sin aditivo. Fracción fina.

	CBR		
Características	Espécimen #1	Espécimen #2	Espécimen #3
Sin aditivo	9	12	6

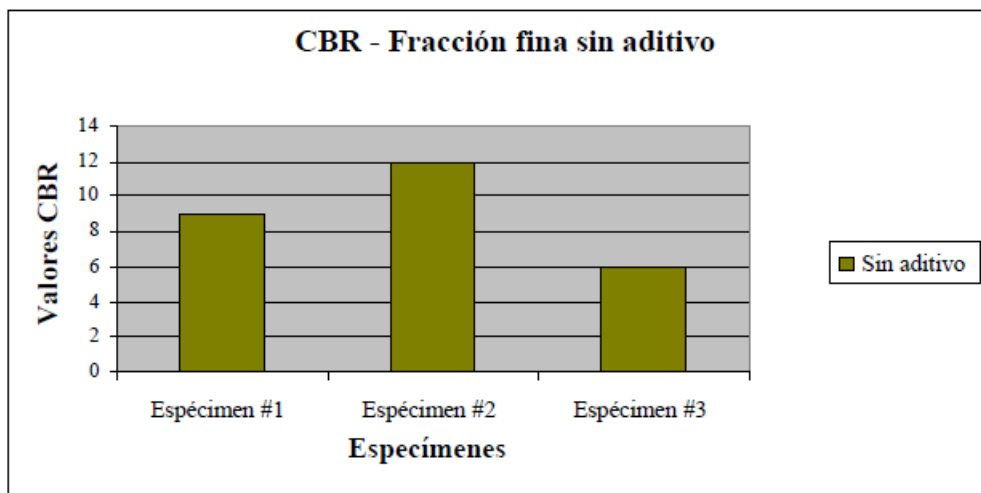


Figura 2.10. Valores CBR para especímenes de fracción fina sin aditivo

La tabla 4.7 y la figura 4.13 muestran los resultados de las expansiones en los suelos ensayados sin aditivo para saber el porcentaje de expansión real y compararlos con las expansiones de los suelos con aditivo. Las expansiones mostradas no cumplen con los requisitos exigidos por norma, las cuales por

ejemplo expresan que para un suelo que se va a utilizar como subrasante, las expansiones máximas permitidas son del 2%. A continuación observamos que las obtenidas por la fracción fina de la mezcla del suelo son del doble de lo recomendado.

Tabla 4.7. Porcentaje de expansión para suelo sin aditivo. Fracción fina

	Porcentaje de expansión (%)		
Características	Espécimen #1	Espécimen #2	Espécimen #3
Sin aditivo	4,1	4,1	-----

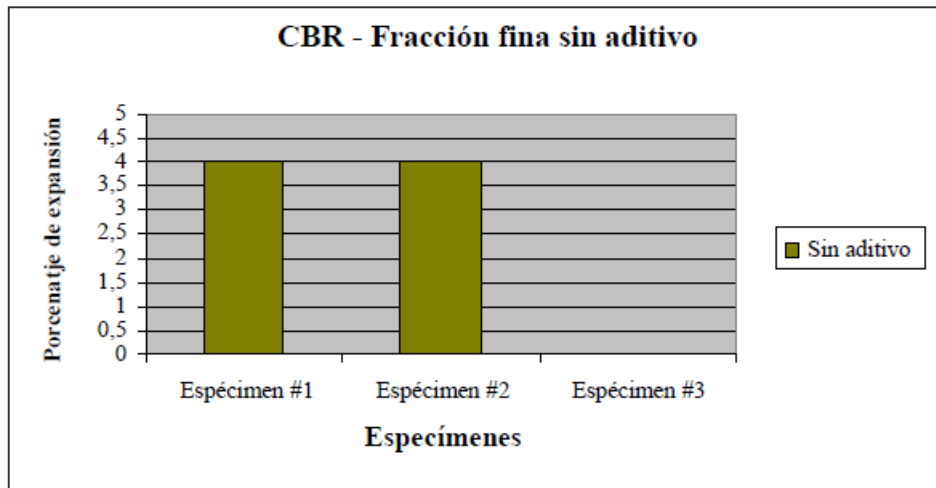


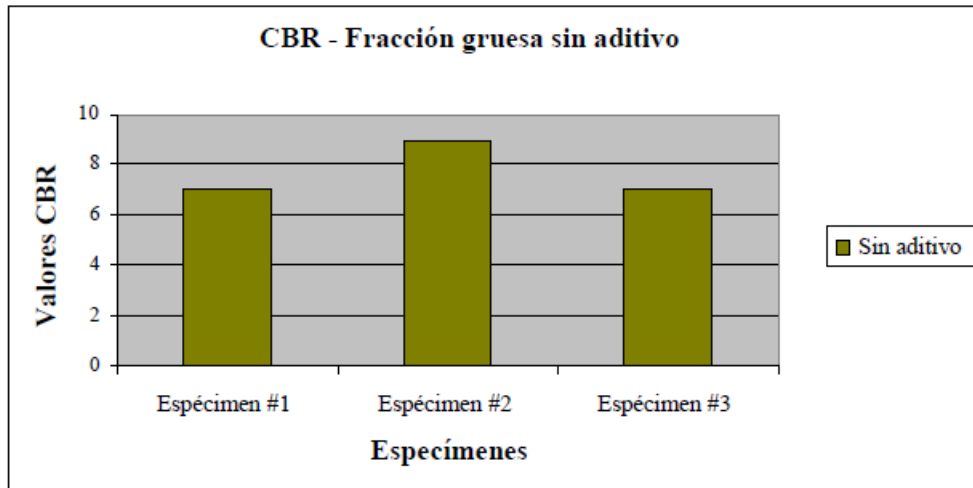
Figura 2.11. Valores del porcentaje de expansión para especímenes de fracción fina sin aditivo

a.2) Fracción gruesa: Así como con la fracción fina se trabajó con suelos sin aditivo para compararlos con los resultados de los suelos con aditivo, con las muestras de suelo de la fracción gruesa se trabajó de igual manera.

La tabla 4.8 y la figura 4.14 muestran los valores obtenidos en las pruebas de cbr hechas en laboratorio.

Tabla 4.8. Resultados del ensayo CBR para suelo sin aditivo. Fracción gruesa

	CBR		
Características	Espécimen #1	Espécimen #2	Espécimen #3
Sin aditivo	7	9	7



Tanto en la tabla 4.9 como en la figura 4.15 se muestran los valores del porcentaje de expansión de la mezcla de suelos. Como se ve, hay una clara diferencia entre la fracción fina y la fracción gruesa por la cantidad de finos presentes en cada uno de los tipos de muestras.

El porcentaje de expansión de la fracción gruesa oscila entre el 1.8% para el espécimen 2 y el 2.6% para el espécimen 1. Ante esta diferencia de valores concluiremos que éste suelo no cumple con los requisitos exigidos para su utilización en la construcción de carreteras.

Tabla 4.9. Porcentaje de expansión para suelo sin aditivo. Fracción gruesa

	Porcentaje de expansión (%)		
Características	Espécimen #1	Espécimen #2	Espécimen #3
Sin aditivo	2,6	1,8	-----

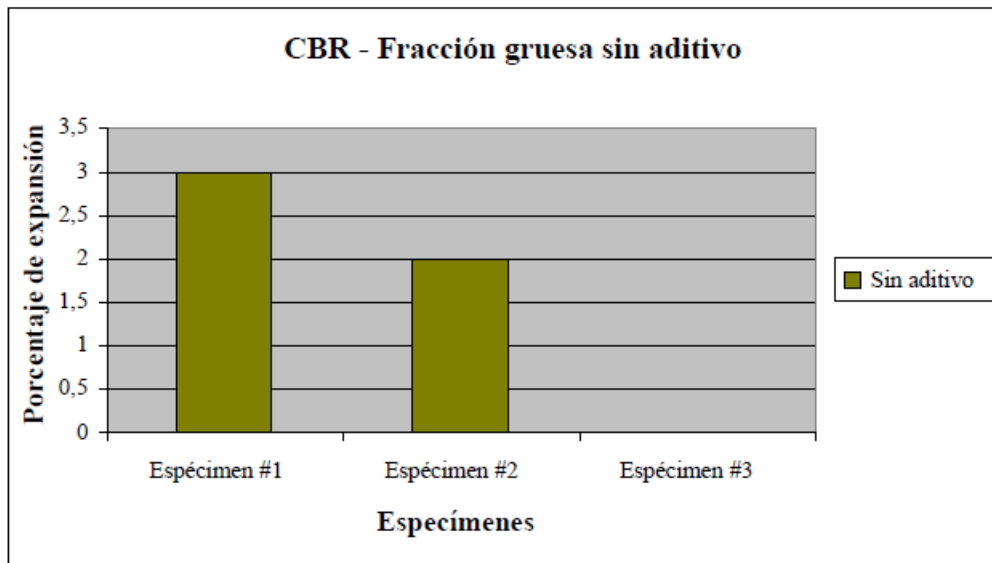


Figura 2.12. Valores del porcentaje de expansión para especímenes de fracción gruesa sin aditivo.

Para estos suelos se trabajó con distintos porcentajes del producto como lo mostraremos a continuación.

Para los ensayos CBR se utilizó tanto la metodología convencional del ensayo dado por normas como una experimental que se usó con el fin de reproducir las condiciones de campo en laboratorio tan reales como fuera precisa.

El ensayo CBR se describe como el ensayo de resistencia de carga del suelo, en el cual se necesita que una vez compactada la muestra, ésta se coloque en una cámara de agua para que el suelo se sature; se mantiene el espécimen en dicha cámara por 4 días, luego se procede a realizar el ensayo para conocer la resistencia del suelo.

En las especificaciones técnicas del producto se describe que una carretera tratada con *Conaid* se curará totalmente de 48 a 72 horas. En climas secos como Piura la carretera puede abrirse inmediatamente al tráfico. Es por esta razón que se decidió hacer una variación en cuanto al ensayo CBR, si bien se realizaron los ensayos convencionales, éstos no eran suficientes para poder observar los cambios que con el aditivo sufría el suelo; así es como se experimentó con muestras que tuvieran 24 horas de secado y 72 horas

respectivamente, antes de colocarlas a la poza de agua y luego ensayarlas se necesitaba un tiempo significativo a que el aditivo surtiera efecto.

Se trabajó tanto con la fracción fina como con la fracción gruesa de la mezcla de suelos.

b.1) Fracción fina: funciona sobre un suelo que contenga un mínimo de 15% de finos cohesivos pues estos suelos reaccionarían mejor. Ante esto se consideró necesario realizar pruebas sólo empleando la parte fina de la mezcla de suelo para ver como reacciona ante el producto.

Tabla 4.10. Resultados del ensayo CBR para suelo con aditivo. Fracción fina

	Características	CBR		
		Espécimen #1	Espécimen #2	Espécimen #3
0,9 L de aditivo en 30 m ³	Normal	7	6	6
	1 día de secado	6	8	7
	3 días de secado	5	5	6
1,0 L de aditivo en 30 m ³	Normal	9	6	9
	1 día de secado	6	8	5
	3 días de secado	6	5	8
1,1 L de aditivo en 30 m ³	Normal	6	7	8
	1 día de secado	7	8	7
	3 días de secado	9	6	6
1,5 L de aditivo en 30 m ³	Normal	7	7	4
	1 día de secado	5	5	5
	3 días de secado	9	7	11

En la tabla 2.10 se muestran los resultados finales de las pruebas para la fracción fina de la mezcla de suelos. Como se observa las pruebas se han realizado en diferentes condiciones: Para esta muestra que está compuesta, solamente por material fino los valores del CBR sufren algún cambio significativo que nos indique alguna acción por parte del aditivo, por el contrario éstos se mantienen bajos.

Un buen material para cualquier rama de la construcción es aquel que presenta una distribución pareja de los distintos tamaños de partículas, este tipo de material es el que va a soportar mejor las cargas. En el caso de la muestra

estudiada, se puede decir que con un alto contenido de finos se necesitará material con tamaño variado para que alcance mayor resistencia.

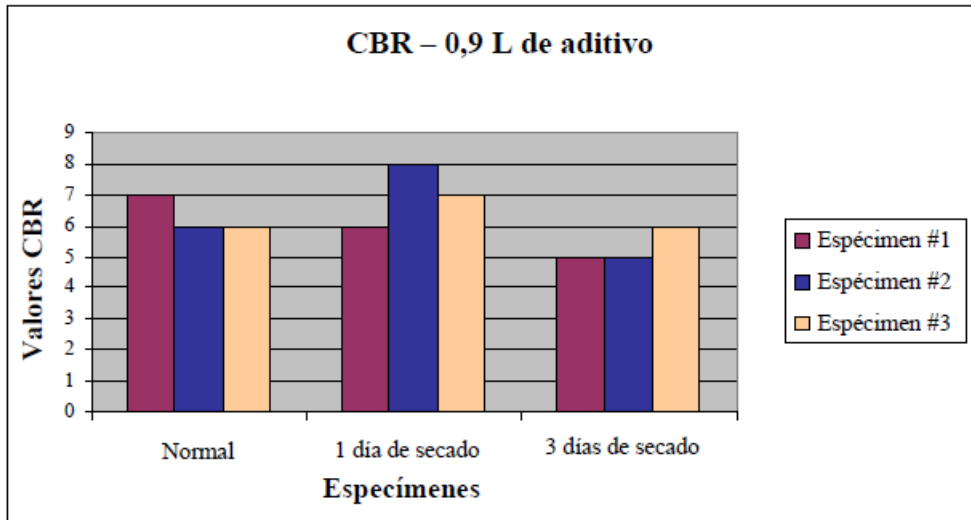


Figura 2.13. Valores CBR para especímenes de fracción fina con 0,9 L de aditivo en 30 m³

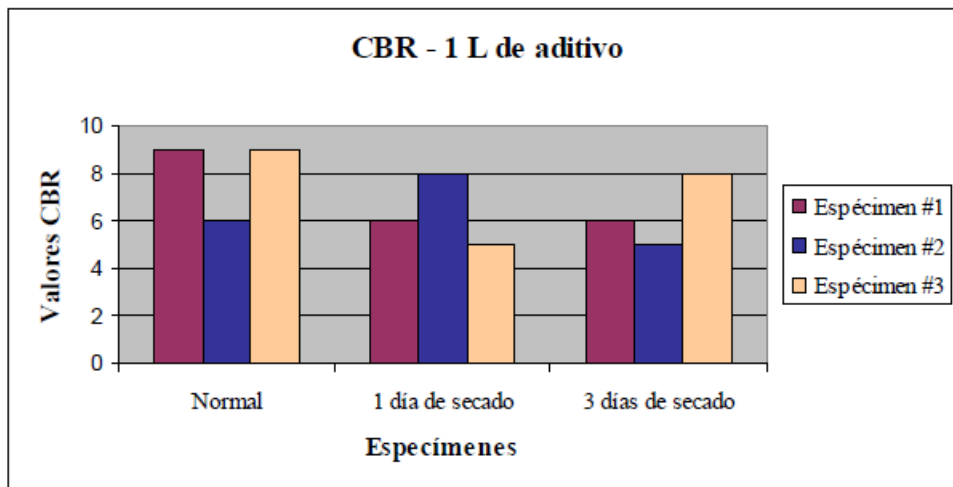


Figura 2.14. Valores CBR para especímenes de fracción fina con 1 L de aditivo en 30 m³

Tabla 4.11. Porcentaje de expansión para suelo con aditivo. Fracción fina

	Características	Porcentaje de expansión (%)		
		Espécimen #1	Espécimen #2	Espécimen #3
0,9L de aditivo en 30 m ³	Normal	3,2	3,0	3,0
	1 día de secado	3,0	3,3	3,5
	3 días de secado	4,5	3,6	4,0
1,0L de aditivo en 30 m ³	Normal	2,6	4,3	2,2
	1 día de secado	3,0	3,3	3,5
	3 días de secado	3,8	3,9	3,6
1,1L de aditivo en 30 m ³	Normal	2,9	3,5	2,9
	1 día de secado	3,4	---- *	3,1
	3 días de secado	3,4	3,8	3,5
1,5L de aditivo en 30 m ³	Normal	3,2	3,5	3,4
	1 día de secado	3,8	3,3	3,4
	3 días de secado	3,1	3,1	2,6

	Características	Porcentaje de expansión (%)		
		Espécimen #1	Espécimen #2	Espécimen #3
0,9L de aditivo en 30 m ³	Normal	3,2	3,0	3,0
	1 día de secado	3,0	3,3	3,5
	3 días de secado	4,5	3,6	4,0
1,0L de aditivo en 30 m ³	Normal	2,6	4,3	2,2
	1 día de secado	3,0	3,3	3,5
	3 días de secado	3,8	3,9	3,6
1,1L de aditivo en 30 m ³	Normal	2,9	3,5	2,9
	1 día de secado	3,4	---- *	3,1
	3 días de secado	3,4	3,8	3,5
1,5L de aditivo en 30 m ³	Normal	3,2	3,5	3,4
	1 día de secado	3,8	3,3	3,4
	3 días de secado	3,1	3,1	2,6

A continuación los porcentajes de expansión que se tuvo como resultado de los ensayos.

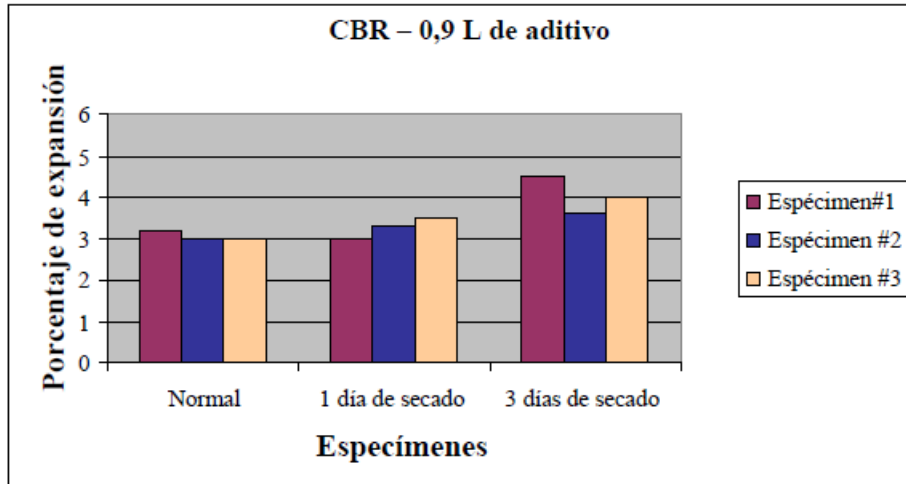


Figura 2.15. Valores del porcentaje de expansión para especímenes de fracción fina con 0,9 L de aditivo en 30 m³

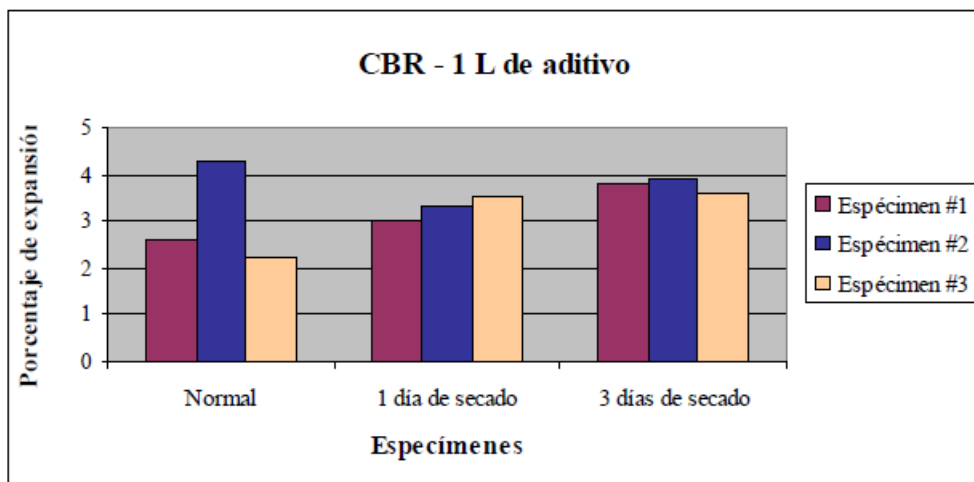


Figura 2.16. Valores del porcentaje de expansión para especímenes de fracción fina con 1 L de aditivo en 30 m³

El nulo aumento que se ha obtenido para la fracción fina puede ser debido a que se trabajó únicamente con los finos de la mezcla, si bien el aditivo funciona para los finos, estos solamente ocuparán cierto porcentaje significativo de todo el conjunto, es

decir la cantidad necesaria para hacer que el aditivo reaccione. Es importante tener un porcentaje de agregado grueso que le dará resistencia al suelo, por lo tanto es necesario con o sin aditivo presente. Otro problema de trabajar sólo con los finos, es la presencia de los limos no cohesivos, los que forman parte de la fracción fina del afirmado, para este tipo de suelos el aditivo no tendrá ningún efecto como comprobaremos más adelante.

b.2) Fracción gruesa: La fracción gruesa trabajada es la mezcla del suelo conformada por el 75% de afirmado más el 25% de arcilla como ya se ha descrito.

En la siguiente tabla, se muestran los resultados obtenidos de aplicar las enzimas estabilizadoras. Es notorio el aumento en los valores CBR. En la tabla 4.13 se presentan los porcentajes de aumento de la capacidad portante con respecto al valor más alto de CBR obtenido a partir de ensayar especímenes sin aditivo.

Tabla 4.12. Resultados del ensayo CBR para suelo con aditivo. Fracción gruesa

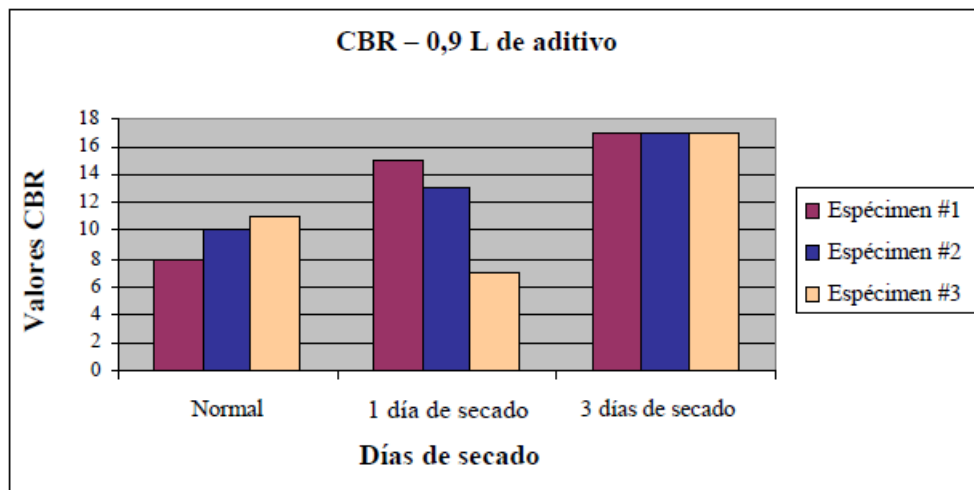
	Características	CBR		
		Espécimen #1	Espécimen #2	Espécimen #3
0,9 L de aditivo en 30 m ³	Normal	8	10	11
	1 día de secado	15	13	7
	3 días de secado	17	17	17
1,0 L de aditivo en 30 m ³	Normal	22	18	15
	1 día de secado	9	16	12
	3 días de secado	19	19	25
1,1 L de aditivo en 30 m ³	Normal	27	18	26
	1 día de secado	13	15	13
	3 días de secado	26	21	18
1,5 L de aditivo en 30 m ³	Normal	27	19	19
	1 día de secado	11	13	13
	3 días de secado	21	27	18

Tanto en las tablas 2.12 como en la tabla 2.13 los resultados de las pruebas muestran un aumento en la capacidad de carga. Se puede decir que hay un aumento 75 progresivo dependiendo del aumento del porcentaje de aditivo. Los valores más altos se presentan en las muestras con mayor concentración de aditivo, es decir, aquellas que tienen 10% y 50% más de la cantidad de aditivo recomendada.

Si observamos con detenimiento, los valores para la condición de 1 día de secado son muy inferiores a los valores logrados para las otras dos condiciones; aunque sí existe mejora del CBR. Sería conveniente realizar más pruebas con el fin de verificar los resultados y concluir si es efecto del aditivo o simplemente es efecto de la casualidad y manipulación técnica en estas probetas. Nuestro fin en ésta experimentación era comprobar si este tipo de suelo mejoraba sus propiedades.

A continuación se muestra cuadros comparativos, que representan mejor los resultados.

En la figura 2.24, los especímenes que se dejaron tres días secando, para que el producto actúe antes de ponerlos a la poza de agua, alcanzaron valores muy por encima de aquellos especímenes con los cuales trabajamos con otras condiciones, llegando a valores del doble del CBR original, que se obtuvo de las probetas ensayadas sin aditivo.



Se muestra la poca diferencia que existe en los valores CBR entre las probetas que se ensayaron de forma convencional y aquellas que se dejaron secar 72 horas, pues según especificaciones técnicas toma todo ese tiempo completar la acción catalítica aglutinadora. También nos indican que para el proceso tampoco haría falta esperar todo este tiempo para colocar carga sobre el suelo trabajado pues no afectaría los resultados, esto, según los resultados que hemos visto, es cierto.

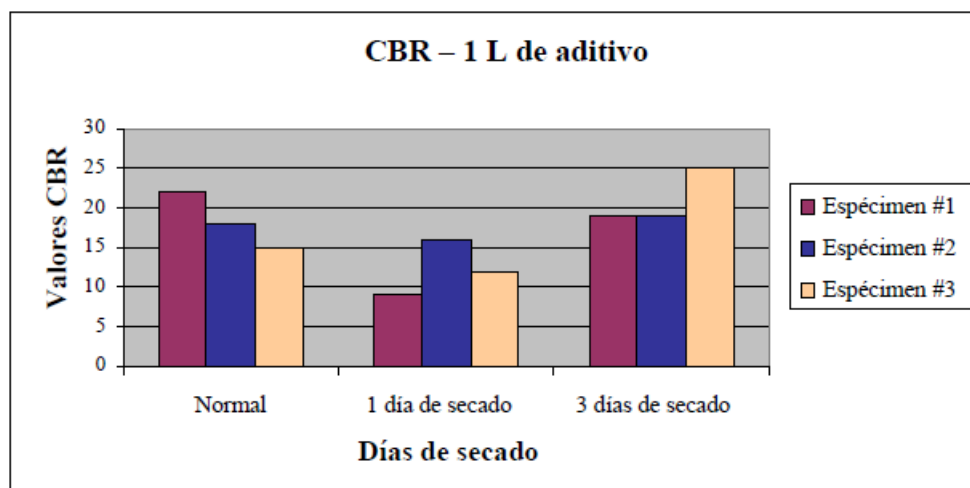


Figura 2.17. Valores CBR para especímenes de fracción gruesa con 1 L de aditivo en 30 m³

Valores CBR según pruebas del MTC con *CONAID*:

El MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones) realizó controles de calidad de éste aditivo sobre distintos suelos, entre ellos también sobre suelo CL (clasificación SUCS), el cual se está ensayando en esta tesis. Se pudo obtener los resultados de las pruebas CBR.

Para el suelo CL son las muestras M-1 y M-1A las primera sin aditivo y la segunda es la que se trabajó con el aditivo. Como se observa el cuadro muestra un suelo pobre en resistencia (CBR igual a 5) en la muestras M-1, luego, en la muestra M-1^a, los valores logran aumentar significativamente. Estos resultados coinciden con los obtenidos en nuestro experimento.

También se observa que las muestras M-3 y M-3A, no muestran mayor diferencia en sus resultados, estas muestras están compuestas en su mayoría por limos no plásticos, material para el que el aditivo no está hecho; por lo tanto no se obtuvieron los mismos resultados positivos que con la arcilla plástica.

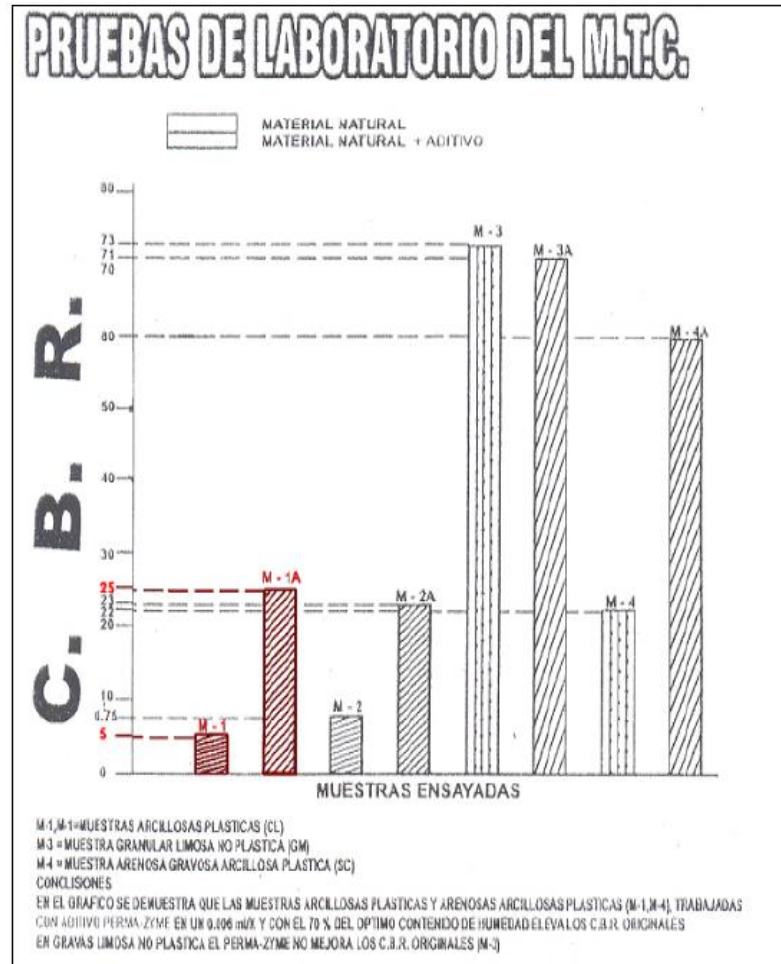


Figura 2.18. Valores CBR según pruebas del MTC

Límites de consistencia

Por la presencia de arcilla en proporciones considerables, es necesario hallar las constantes físicas de suelos o los límites de consistencia tanto en la mezcla con aditivo como en la mezcla sin aditivo y evaluarlas.

a) Suelo sin aditivo

Determinaciones en el suelo sin aditivar dieron los siguientes resultados.

a.1) Fracción fina: Esta constituida tanto por arcillas como por limos. Los resultados fueron:

Características	Límite Líquido LL	Límite Plástico LP	IP
Sin aditivo	30	14	16

a.2) Fracción gruesa: Para hallar los límites, las muestras tomadas son de la parte fina de cada tipo de muestra.

Características	Límite Líquido LL	Límite Plástico LP	IP
Sin aditivo	30	14	16

Los límites plásticos muestran que el suelo posee valores superiores a los deseados tanto en el límite plástico como en el índice de plasticidad. Los valores indican en efecto un suelo plástico, débil. Se comparará con las muestras de suelo con aditivo.

b) Suelo con aditivo

Se determinaron los límites sobre el suelo trabajado con la concentración recomendada por el fabricante y con adiciones del 90% de la cantidad de aditivo, del 110 % y 150%; es decir con 10% y 50% más de la cantidad de aditivo recomendada.

b.1) Fracción fina: Para esta fracción se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 4.15. Límites de consistencia. Fracción fina

	Características	Límite Líquido LL	Límite Plástico LP	IP
0,9 L de aditivo en 30 m ³	Normal	---- *	---- *	---- *
	1 día de secado	31	14	17
	3 días de secado	29	15	14
1,0 L de aditivo en 30 m ³	Normal	28	17	11
	1 día de secado	31	15	16
	3 días de secado	29	13	16
1,1 L de aditivo en 30 m ³	Normal	30	14	16
	1 día de secado	30	13	17
	3 días de secado	30	14	16
1,5 L de aditivo en 30 m ³	Normal	30	14	16
	1 día de secado	31	14	17
	3 días de secado	29	14	15

No se pudieron obtener muestras para realizar estas pruebas.

II. RESULTADOS:

Los resultados obtenidos en estas pruebas serán considerados como no relevantes en esta tesis. Las respuestas encontradas a partir de estos ensayos son confusas, por lo tanto no fiables para usarlas en esta investigación. Ésta situación se debe quizás a un error al momento de tomar las muestras por parte del investigador.

Sin embargo estudios anteriores realizados con una muestra aditivada de un suelo con las mismas características se tomarán como referencia; teniendo que resaltar el hecho que fueron tomadas para una investigación anterior con la misma finalidad.

El tipo de ensayo que se llevó a cabo fue de determinaciones físico – químicas varias en 2 muestras de suelo, cuyas características fueron las siguientes:

- **Muestra 1:** Suelo natural: Mezcla 75% de afirmado de la cantera La Ramsa más 25% de arcilla de la cantera parque Kurt Beer.

- **Muestra 2:** Suelo natural: Mezcla 75% de afirmado de la cantera La Ramsa más 25% de arcilla de la cantera parque Kurt Beer con aditivo *Perma-Zyme 22X* con solución patrón al 50 %.

Se determinó realizar las pruebas a estas dos muestras de suelo sin y con aditivo (al más alto porcentaje con el que se trabajó) para poder observar algún cambio significativo, de ésta manera se podría observar alguna diferencia en cuanto a una posible mejora por el uso del aditivo.

Ensayo	Código	Muestra 01	Muestra 02	Porcentaje de variación
Sulfatos ²	%	0,0402	0,0333	17,16 %
	ppm	402	333	
Sales solubles ³	%	0,1425	0,1223	14,18 %
	ppm	1425	1223	
Conductividad eléctrica	mS/cm	4,67	4,61	1,28 %
pH ⁴		8,64	8,67	0,35 %

Métodos: ²NTP 339.178 ³NTP 339.152 ⁴NTP 339.176

Las determinaciones físicas químicas arrojaron los siguientes resultados:

- El pH del suelo está dentro del amplio rango establecido por las especificaciones técnicas del producto (4,5 – 9,5). El pH del suelo original es de 8,64; el cual es alto e indica un suelo alcalino, éste pH no presenta mayor diferencia en la siguiente prueba (la muestra 2), en la cual el pH es 8,67. Como hemos indicado la variación de pH modifica el grado de solubilidad de los minerales, efecto que no está definido pues el porcentaje de variación entre ambas muestras es del 0,35%, un mínimo.
- Las muestras de suelo poseen una alta concentración de sales solubles, así tenemos que en la muestra 1 el resultado fue de 1425 ppm y en la muestra 2 de 1223 ppm. La alta concentración de sales trae como consecuencia también una alta conductividad eléctrica (muestra 1: 4,67 mS/cm y muestra 2: 4,64 mS/cm). En los resultados se puede apreciar una diferencia en porcentaje del 14,18% de sales solubles entre la

muestra 1 (sin aditivo) y la muestra 2 (con aditivo diluido); diferencia que se puede traducir como consecuencia final de una serie de reacciones de intercambio catiónico, que conllevarían a un efecto de asentamiento y aglutinamiento de las sales y por lo tanto a su disminución. Este efecto está indicado en las especificaciones técnicas del producto y sería una demostración de lo que se quería demostrar en la investigación; por lo tanto, se puede decir que químicamente las pruebas demostraron que hay tendencia a una acción cementante por la disminución de las sales.

II. DISCUSION:

El objetivo principal es probar la nueva tecnología para la estabilización de suelos utilizando el aditivo conaid como agente estabilizante. Su característica principal es incrementar el proceso humectante del agua y provocar una acción aglutinante sobre los materiales finos, disminuyendo la relación de vacíos lo cual ayuda a que las partículas del terreno puedan ser densamente compactas. Por lo tanto provocará una fuerte actividad cementante formando un estrato resistente y permanente.

IV. CONCLUSIONES

1. Las pruebas mecánicas demuestran que existe una tendencia a mejorar ciertas propiedades:

- Aumento del valor soporte relativo y de la resistencia. Se confirma una mejoría en los resultados de las pruebas CBR, con un aumento en los resultados de las pruebas de hasta el 200% en el material con aditivo con respecto al material sin aditivo.
- Los mejores resultados se dieron en aquellas probetas en la cuales se trabajó con la mayor concentración de aditivo y con la condición de 72 horas de secado antes de colocarlas en la poza de curado.
- Los resultados de CBR coinciden con los resultados de las pruebas hechas por el MTC, lo que confiere una mayor credibilidad a la investigación.
- Existe la tendencia a la disminución de absorción de agua. El aditivo provoca la acción aglutinante sobre los materiales finos plásticos-arcillosos, por la cual en las probetas con mayor porcentaje de finos la absorción de agua (aunque no muy notoria) es menor.
- Existe la tendencia a la disminución del hinchamiento. Mayor reducción en aquellas probetas a las cuales se dejó el aditivo actuar 72 horas antes de ponerlas en la cámara de curado.
- La mayor reducción del hinchamiento lograda fue de un 50% con respecto a las probetas si aditivo.

Desde el punto de vista físico-químico los parámetros medidos: sales solubles totales y conductividad eléctrica muestran los cambios producidos en el sistema suelo – aditivo. La diferencia sutil en la cantidad de sales solubles (en la muestra sin aditivo es mayor que en la muestra con aditivo) así como las mediciones de la conductividad eléctrica (en la muestra 1 es mayor que en la muestra 2); arrojan una posible tendencia de un efecto cementante (por la reducción de la cantidad de las sales y conductividad eléctrica) el que es originado por el aditivo.

IV. RECOMENDACIONES

- ✓ De acuerdo a algunos investigadores, para el proceso constructivo en éste tipo de aplicación tecnológica se recomiendan hacer el mezclado y homogenizado con maquinas pulverizadoras, debido a que con la motoniveladora no se logra un 100% de efectividad.
- ✓ El proceso de compactación debe ser bien controlado en el momento y en la manera como se pasa el rodillo sobre la zona a compactar.
- ✓ Para este tipo de escenario, usar un afirmado de más de 10 cm de espesor debido a que el uso de estabilizadores no resulta para las condiciones dadas.
- ✓ Realizar la aplicación de los aditivos en condiciones secas para evitar el exceso de agua en el proceso constructivo.
- ✓ Tener especial cuidado con la manipulación del cloruro de calcio al momento de aplicar el aditivo. Estar pendiente de todas las indicaciones de la persona encargada para el uso de un adecuado equipo de protección personal.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rojas, D. (2011). Elección y Dosificación del Conglomerante en Estabilización de Suelos, Limusa, México.
on.mx/dac_new/tesis/317_nunez_dagoberto.pdf
2. Valle A. (2010) Estabilización de suelos arcillosos plásticos con mineralizadores en ambientes sulfatados o yesíferos, Limuza, Madrid.
http://oa.upm.es/4512/1/TESIS_MASTER_WILFREDO_ALFONSO_VALLE_AREAS.pdf
3. Ruano D, (2012). Estabilización de suelos cohesivos por medio de arenas volcánicas y cal viva. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3447_C.pdf
4. Serigos p, (2006). Rigidez a baja deformación de mezclas de suelos de la formación pampeano y cemento portland, Univelsal – Buenos Aires.
http://materias.fi.uba.ar/6408/Tesis_SERIGOS.pdf
5. Angelone S., (2008), Modulo resiliente de suelos y materiales no tratados. Su aplicación al diseño estructural de pavimentos. Revista Carreteras, Argentina.
6. Alvarez M., (2004) “Estabilización de suelos finos con cal”. Memorias, Embalse. Argentina.
<http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/1953/2/113079.pdf>
7. Ayuso J. (2010) “Influencia del tratamiento con cemento y cal en la resistencia de un suelo arcilloso típico del valle de Guadalquivir”. Universidad de Sevilla, España.
http://cybertesis.ubiobio.cl/tesis/2008/salgado_c/html/index-frames.html
8. Seguel C. (2012). “Estudio de estabilización química de suelos con cenizas volantes para suelos de Concepción y sus alrededores”
<http://etesis.unab.cl/xmlui/handle/tesis/96>
9. Quintana E. (2005). Relacion entre las propiedades geotecnicas y los componentes puzolánicos de los sedimentos pampeanos. Limusa Argentina.

http://www.efn.uncor.edu/archivos/doctorado_cs_ing/quintana/TESIS_COMPLETA.pdf

10. Pérez R. (2012). Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada y/o sub base de pavimentos. Universal. Lima-Peru.
http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1313/1/perez_cr.pdf
11. Urgaz R. (2001). Ensayos de estabilización de suelos con aditivo RBI-8. Limusa, Lima.
http://www.cismid.uni.edu.pe/descargas/a_labgeo/labgeo17_a.pdf
12. Crespo C. (2000), Vías de Comunicación: Caminos, Ferrocarriles, Aeropuertos, Puentes y Puertos”, Limusa, México.
<http://es.slideshare.net/emanuelmartz/vas-de-comunicacin-caminos>
13. Garagorri E. (1994) “Estabilización de Suelos para Carreteras en la Selva”. Universidad Nacional de Ingeniería.
http://prestogeo.com/espaol_documentos?gclid=CPeD3s_50M0CFVhah
14. Lambe T.W. y Whitman R. (1989). “Mecánica de Suelos”, Limusa, México.
http://www.cismid.uni.edu.pe/descargas/a_labgeo/labgeo17_a.pdf

ANEXO

Anexo A -1**PRUEBAS DE ANALISIS GRANULOMETRICO****Suelo sin aditivo:**

DATOS DEL PROYECTO	
TESIS	: Aplicacion del Aditivo Quimico Conaid para Atenuar la Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera Tauca – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la Ruta Nacional pe – 3na
AUTOR	: Br. DELVA FLOR BADA ALAYO
LUGAR	: DISTR: CHIMBOTE
FECHA	: 09 DE ENERO 2016
	DISTRITO : CHIMBOTE
	PROVINCIA : SANTA
	DEPARTAME: ANCASH
DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL :	AFIRMADO PARA BASE GRANULAR

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMISADO

TAMIZ	ABERTURA (MM)	PESO RETENIDO	% PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO		Especificaciones GRADO = B
				RETENIDO	PASANTE	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100
1 1/2"	38.100	0	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	1898	18.32	18.32	81.68	75 – 95
3/4"	19.050	1002	9.67	28.00	72.00	
1/2"	12.700	1428	13.79	41.78	58.22	
3/8"	09.525	530	5.12	46.90	53.10	40 – 75
4	04.760	1126	10.87	57.77	42.23	30 60
10	02.000	57.01	8.43	66.20	33.80	20 – 45
20	00.840	39.93	5.90	72.10	27.90	
40	00.426	19.77	2.92	75.03	24.97	15 – 30
60	00.250	12.57	1.86	76.89	23.11	
100	00.150	66.57	9.84	86.73	13.27	
200	00.075	47.44	7.01	93.74	6.26	5 – 15
Fondo		42.32	6.26			
Finos		42.32	6.26	100.00		

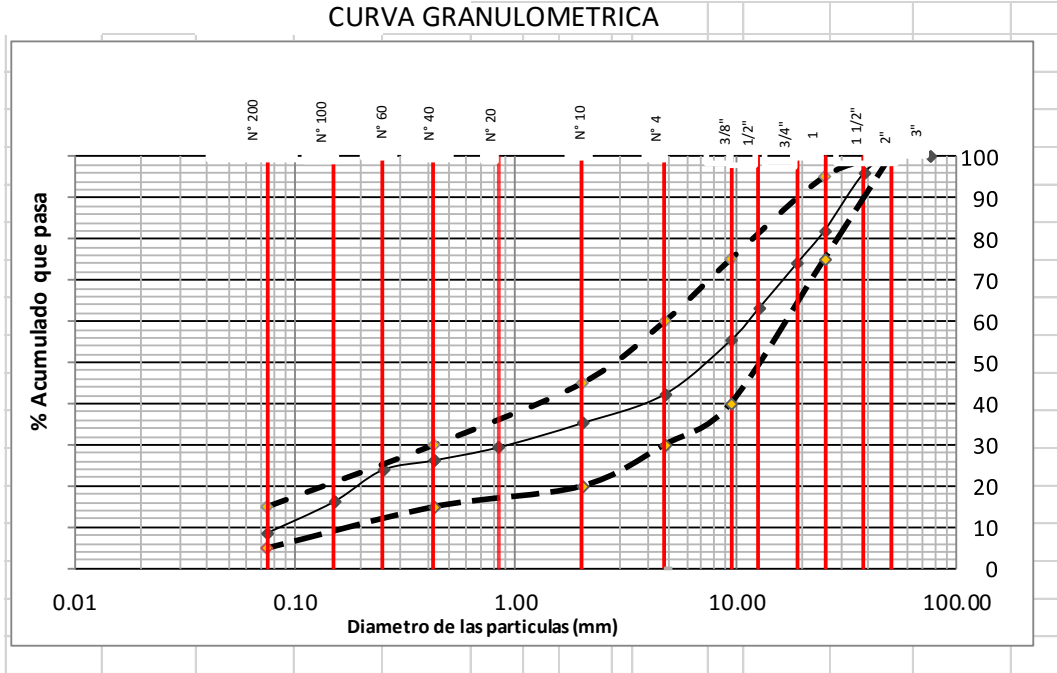
DATOS DE LA MUESTRA

Peso inicial Seco	10358
Fraccion Fina	285.61

Clasificación (S.U.C.S.)	GW
Descripción : Gravas bien gradadas.	
Clasificación (AASHTO)	A-1-a
Descripción : Material granular	
Contenido de Humedad	7%
Limite Liquido (LL)	30
Limite plastico (LP)	14
Indice de Plasticidad (IP)	16

Grava	%	57.77	Gruesa	28.00
			Fina	29.77
Arena	%	35.97	Gruesa	8.43
			Fina	8.83
Finos	%	6.26		6.26

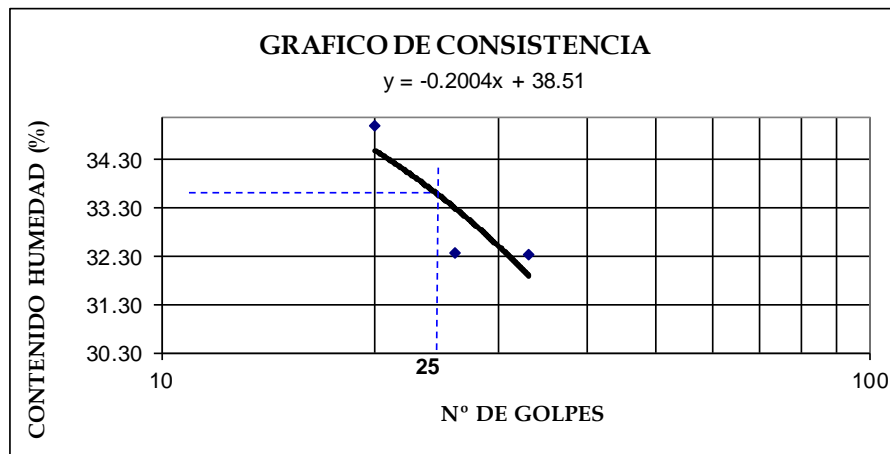
CURVA GRANULOMETRICA



DATOS DEL PROYECTO			
TESIS	: Aplicación del Aditivo Químico Conaid para Atenuar la Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera Taucá – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la Ruta Nacional pe – 3na		
AUTOR	: Br. DELVA FLOR BADA ALAYO	DISTRITO	: CHIMBOTE
LUGAR	: DISTR: CHIMBOTE	PROVINCIA	: SANTA
FECHA	: 09 DE ENERO 2016	DEPARTAMENTO	: ANCASH
DATOS DE LA MUESTRA			
MATERIAL	: AFIRMADO PARA BASE GRANULAR		

1. LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBER (ASTM - D4318)

Procedimiento	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	CONSISTENCIA
	Tara N° 01	Tara N° 02	Tara N° 03	Tara N° 04	
1. No de Golpes	20	26	33		LL = 30.00
2. Peso Tara, [gr]	20.8	19.8	16.9	8.8	
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	39.70	38.20	43.10	9.80	LP = 14.00
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	34.80	33.70	36.70	9.70	
5. Peso Agua, [gr]	4.90	4.50	6.40	0.10	IP = 16.00
6. Peso Suelo Seco, [gr]	14.00	13.90	19.80	0.90	
7. Contenido de Humedad, [%]	35.00	32.37	32.32	11.11	



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	16.30
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	84.60
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	70.00
4. Peso Agua, [gr]	14.60
5. Peso Suelo Seco, [gr]	53.70
6. Contenido de Humedad, [%]	27.19

DATOS DEL PROYECTO	
TESIS : Aplicacion del Aditiv o Quimico Conaid para Atenuar la Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera Tauca – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la Ruta Nacional pe – 3na	
AUTC : Br. DELVA FLOR BADA ALAYO	DISTRITO : CHIMBOTE
LUG : DISTR: CHIMBOTE	PROVINC : SANTA
FECH : 09 DE ENERO 2016	DEPARTAM : ANCASH
DATOS DE LA MUESTRA	
MATI AFIRMADO PARA BASE GRANULAR	

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

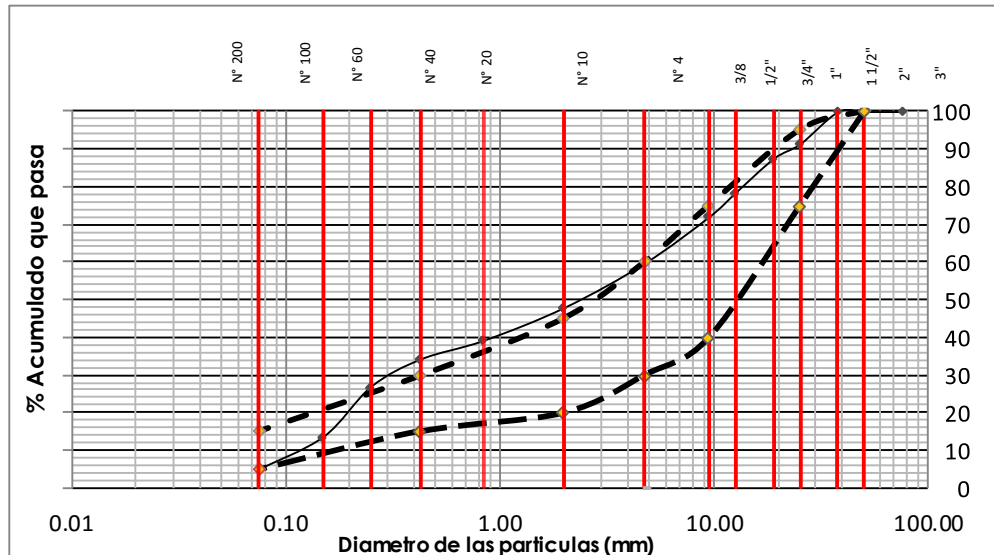
	ABERTURA TAMIZ (MM)	PESO		% PARCIAL		% ACUMULADO		Especificaciones GRADO = B	
		RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	PASANTE	RETENIDO	PASANTE		
GRAVA GRUESA	3"	76.20	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	
	2"	50.80	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
	1 1/2"	38.10	0	0.00	0.00	0.00	100.00		
	1"	25.40	140	8.48	8.48	91.52	75		95
	3/4"	19.05	65	3.94	12.42	87.58			
GRAVA FINA	1/2"	12.70	148	8.97	21.39	78.61			
	3/8"	09.53	107	6.48	27.88	72.12	40	75	
	4	04.76	204	12.36	40.24	59.76	30	60	
	10	02.00	195.00	11.82	52.06	47.94	20	45	
ARENA MEDIAGR	20	00.84	144.00	8.73	60.79	39.21			
	40	00.43	82.00	4.97	65.76	34.24	15	30	
	60	00.25	120.00	7.27	73.03	26.97			
	100	00.15	219.00	13.27	86.30	13.70			
	200	00.08	142.00	8.61	94.91	5.09	5	15	
Fondo		84	5.09	100.00					
Total		1650	100.00						

DATOS DE LA MUESTRA	
Peso inicial Seco	1650
Fraccion Fina	481.00

Clasificación (S.U.C.S.)	GP - GM
Descripción :	Gravas mal gradada, con Limo y Arena
Clasificación (AASHTO)	
Descripción :	
$D_{10} = 0.14$	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 35.71$
$D_{30} = 0.30$	
$D_{60} = 5.00$	$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = 0.13$

Grava	%	40.24	Gruesa	12.42
			Fina	27.82
Arena	%	54.67	Gruesa	24.23
			Fina	13.70
Finos	%	5.09		5.09

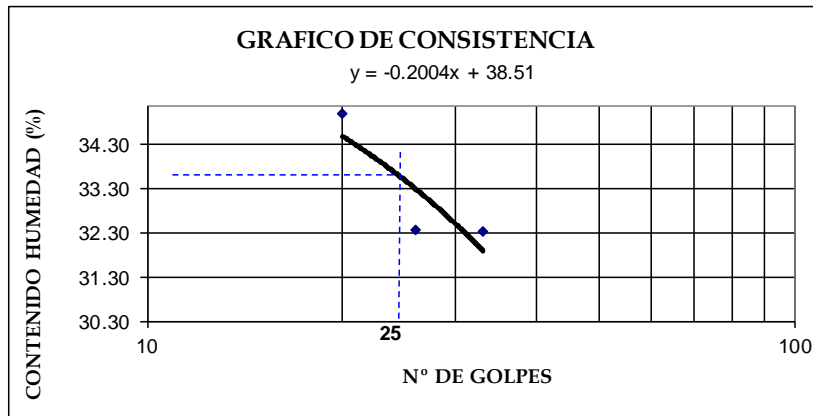
CURVA GRANULOMETRICA



DATOS DEL PROYECTO	
TESIS	: Aplicación del Aditivo Químico Conoid para Atenuar la Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera Tauca – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la Ruta Nacional pe – 3na
AUTOR	: Br. DELVA FLOR BADA ALAYO
LUGAR	: DISTR: CHIMBOTE
FECHA	: 09 DE ENERO 2016
DISTRITO	: CHIMBOTE
PROVINCIA	: SANTA
DEPARTAMENTO	: ANCASH
DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL :	AFIRMADO PARA BASE GRANULAR

1. LIMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

Procedimiento	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	CONSISTENCIA
	Tara Nº 01	Tara Nº 02	Tara Nº 03	Tara Nº 04	
1. No de Golpes	20	26	33		LL = 30.00
2. Peso Tara, [gr]	20.8	19.8	16.9	8.8	
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	39.70	38.20	43.10	9.80	LP = 14.00
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	34.80	33.70	36.70	9.70	
5. Peso Agua, [gr]	4.90	4.50	6.40	0.10	IP = 16.00
6. Peso Suelo Seco, [gr]	14.00	13.90	19.80	0.90	
7. Contenido de Humedad, [%]	35.00	32.37	32.32	11.11	



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	16.30
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	84.60
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	70.00
4. Peso Agua, [gr]	14.60
5. Peso Suelo Seco, [gr]	53.70
6. Contenido de Humedad, [%]	27.19

DATOS DEL PROYECTO	
TESIS	: Aplicacion del Aditivo Quimico Conaid para Atenuar la Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera Tauca – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la Ruta Nacional pe – 3na
AUTOR	: Br. DELVA FLOR BADA ALAYO DISTRITO : CHIMBOTE
LUGAR	: DISTR: CHIMBOTE PROVINCIA : SANTA
FECHA	: 09 DE ENERO 2016 DEPARTAME: ANCASH
DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL :	AFIRMADO PARA BASE GRANULAR

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMISADO

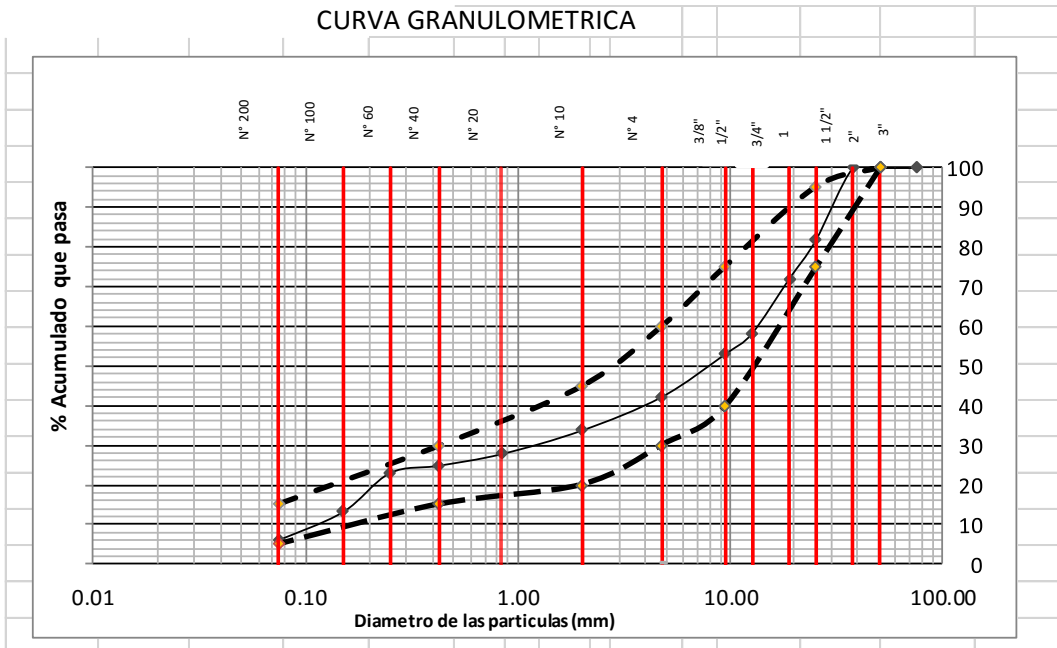
TAMIZ	ABERTURA (MM)	PESO RETENIDO	% PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO		Especificaciones GRADO = B
				RETENIDO	PASANTE	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100
1 1/2"	38.100	0	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	1898	18.32	18.32	81.68	75 – 95
3/4"	19.050	1002	9.67	28.00	72.00	
1/2"	12.700	1428	13.79	41.78	58.22	
3/8"	09.525	530	5.12	46.90	53.10	40 – 75
4	04.760	1126	10.87	57.77	42.23	30 – 60
10	02.000	57.01	8.43	66.20	33.80	20 – 45
20	00.840	39.93	5.90	72.10	27.90	
40	00.426	19.77	2.92	75.03	24.97	15 – 30
60	00.250	12.57	1.86	76.89	23.11	
100	00.150	66.57	9.84	86.73	13.27	
200	00.075	47.44	7.01	93.74	6.26	5 – 15
Fondo		42.32	6.26			
Finos		42.32	6.26	100.00		

DATOS DE LA MUESTRA	
Peso inicial Seco	10358
Fraccion Fina	285.61

Clasificación (S.U.C.S.)	GW
Descripción :	Gravas bien gradadas.
Clasificación (AASHTO)	A-1-a
Descripción :	Material granular
Contenido de Humedad	7%
Limite Liquido (LL)	30
Limite plastico (LP)	14
Indice de Plasticidad (IP)	16

Grava	%	57.77	Gruesa	28.00
			Fina	29.77
Arena	%	35.97	Gruesa	8.43
			Fina	8.83
Finos	%	6.26		6.26

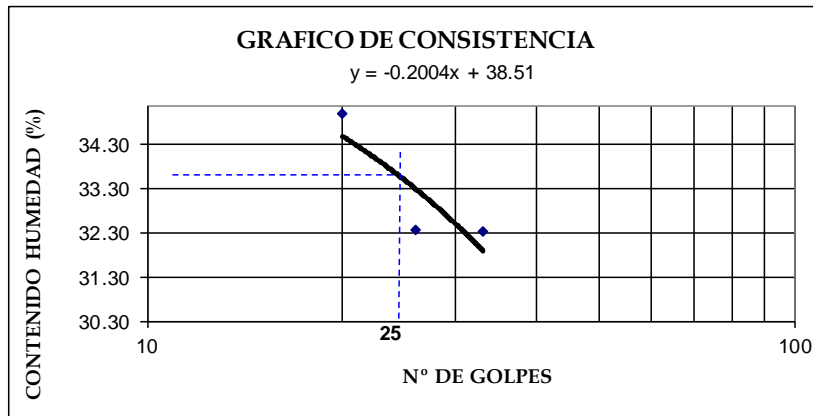
CURVA GRANULOMETRICA



DATOS DEL PROYECTO	
TESIS	: Aplicacion del Aditivo Quimico Conoid para Atenuar la Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera Tauca – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la Ruta Nacional pe – 3na
AUTOR	: Br. DELVA FLOR BADA ALAYO
LUGAR	: DISTR: CHIMBOTE
FECHA	: 09 DE ENERO 2016
DISTRITO	: CHIMBOTE
PROVINCIA	: SANTA
DEPARTAMENTO	: ANCASH
DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL :	AFIRMADO PARA BASE GRANULAR

1. LIMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

Procedimiento	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	CONSISTENCIA
	Tara N°01	Tara N°02	Tara N°03	Tara N°04	
1. No de Golpes	20	26	33		LL = 30.00
2. Peso Tara, [gr]	20.8	19.8	16.9	8.8	
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	39.70	38.20	43.10	9.80	LP = 14.00
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	34.80	33.70	36.70	9.70	
5. Peso Agua, [gr]	4.90	4.50	6.40	0.10	IP = 16.00
6. Peso Suelo Seco, [gr]	14.00	13.90	19.80	0.90	
7. Contenido de Humedad, [%]	35.00	32.37	32.32	11.11	



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	16.30
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	84.60
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	70.00
4. Peso Agua, [gr]	14.60
5. Peso Suelo Seco, [gr]	53.70
6. Contenido de Humedad, [%]	27.19

DATOS DEL PROYECTO	
TESIS	: Aplicacion del Aditiv o Quimico Conaid para Atenuar la Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera Tauca – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la Ruta Nacional pe – 3na
AUTOR	: Br. DELVA FLOR BADA ALAYO
LUGAR	: DISTR: CHIMBOTE
FECHA	: 09 DE ENERO 2016
DISTRITO	: CHIMBOTE
PROVINCIA	: SANTA
DEPARTAMENT	: ANCASH
DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL : AFIRMADO PARA BASE GRANULAR	

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

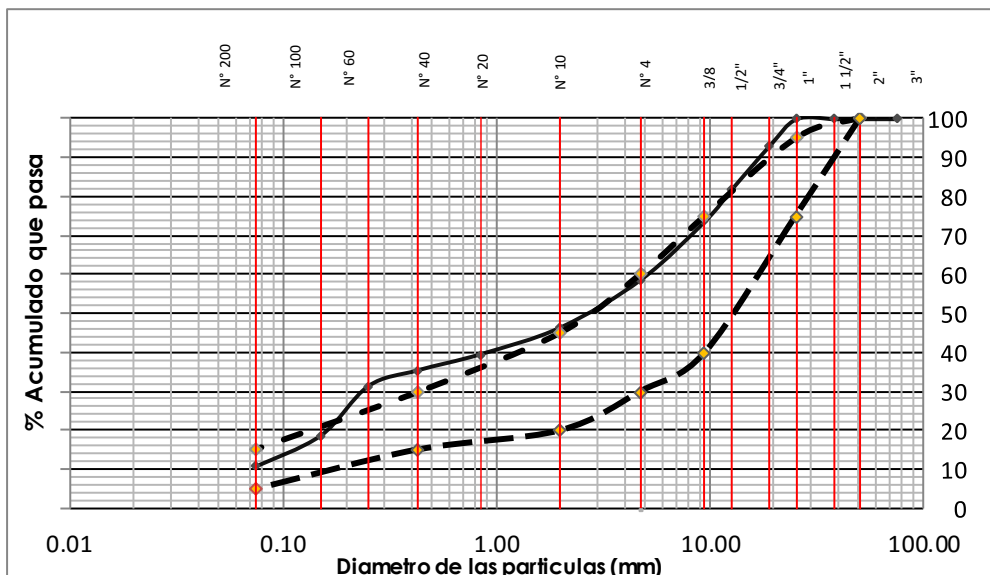
	ABERTURA TAMIZ (MM)	PESO RETENIDO	%PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO		Especificaciones GRADO = B
				RETENIDO	PASANTE	
GRAVA GRUESA	3"	76.20	0.00	0.00	100.00	
	2"	50.80	0.00	0.00	100.00	100
	1 1/2"	38.10	0.00	0.00	100.00	
	1"	25.40	151.80	0.00	0.00	75 – 95
	3/4"	19.05	139.10	6.83	6.83	93.17
	1/2"	12.70	226.07	11.09	17.92	82.08
GRAVA FINA	3/8"	09.53	165.78	8.14	26.06	73.94
	4	04.76	308.21	15.13	41.18	58.82
	10	02.00	250.68	2.30	53.49	46.51
	20	00.84	111.19	6.93	60.42	39.58
	40	00.43	84.59	4.15	64.57	35.43
	60	00.25	82.62	4.05	68.62	31.38
ARENA MEDIA GR	100	00.15	258.58	12.69	81.31	18.69
	200	00.08	160.58	7.88	89.19	10.81
	Fondo		68.42	3.36	92.55	
	Total		2038	92.55		

DATOS DE LA MUESTRA	
Peso inicial Seco	275
Fraccion Fina	50178

Clasificación (S.U.C.S.)	GP - GM
Descripción	: Gravas mal gradada, con Limo y Arena
Clasificación (AASHTO)	
Descripción :	
$D_{10} = 0.11$	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 50.91$
$D_{30} = 0.52$	
$D_{60} = 5.60$	$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = 0.44$

Grava	%	41.18	Gruesa	6.83
			Fina	34.36
Arena	%	48.01	Gruesa	29.38
			Fina	11.08
Finos	%	10.81		10.81

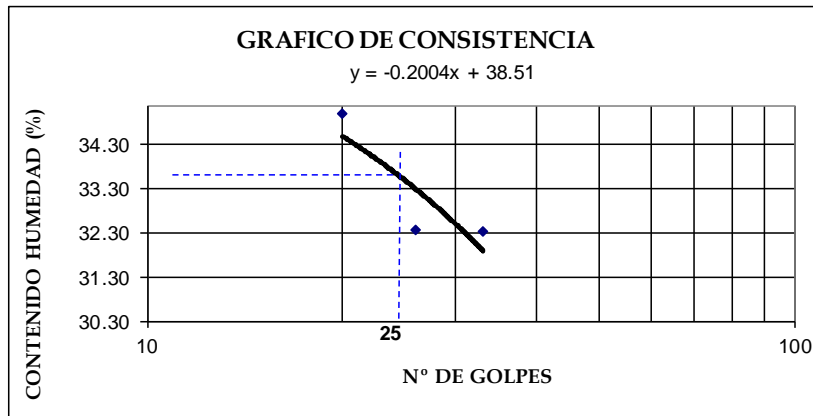
CURVA GRANULOMETRICA



DATOS DEL PROYECTO	
TESIS	: Aplicacion del Aditiv o Quimico Conoid para Atenuar la Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera Tauca – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la Ruta Nacional pe – 3na
AUTOR	: Br. DELVA FLOR BADA ALAYO
LUGAR	: DISTR: CHIMBOTE
FECHA	: 09 DE ENERO 2016
DISTRITO	: CHIMBOTE
PROVINCIA	: SANTA
DEPARTAMENTO	: ANCASH
DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL :	AFIRMADO PARA BASE GRANULAR

1. LIMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

Procedimiento	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	CONSISTENCIA
	Tara Nº 01	Tara Nº 02	Tara Nº 03	Tara Nº 04	
1. No de Golpes	20	26	33		LL = 30.00
2. Peso Tara, [gr]	20.8	19.8	16.9	8.8	
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	39.70	38.20	43.10	9.80	LP = 14.00
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	34.80	33.70	36.70	9.70	
5. Peso Agua, [gr]	4.90	4.50	6.40	0.10	IP = 16.00
6. Peso Suelo Seco, [gr]	14.00	13.90	19.80	0.90	
7. Contenido de Humedad, [%]	35.00	32.37	32.32	11.11	



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	16.30
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	84.60
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	70.00
4. Peso Agua, [gr]	14.60
5. Peso Suelo Seco, [gr]	53.70
6. Contenido de Humedad, [%]	27.19

Anexo A - 2**PRUEBAS DE ANALISIS GRANULOMETRICO Suelo sin aditivo:****Fracción gruesa**

DATOS DEL PROYECTO	
TESIS	: Aplicacion del Aditivo Quimico Conoid para Atenuar la Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera Tauca – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la Ruta Nacional pe – 3na
AUTOR	: Br. DELVA FLOR BADA ALAYO
LUGAR	: DISTR: CHIMBOTE
FECHA	: 09 DE ENERO 2016
DISTRITO	: CHIMBOTE
PROVINCIA	: SANTA
DEPARTAME	: ANCASH
DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL	: AFIRMADO PARA BASE GRANULAR

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMISADO

TAMIZ	ABERTURA (MM)	PESO RETENIDO	% PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	PASANTE	GRADO = B	Especificaciones
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100	
1 1/2"	38.100	0	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	1898	18.32	18.32	81.68	75 – 95	
3/4"	19.050	1002	9.67	28.00	72.00		
1/2"	12.700	1428	13.79	41.78	58.22		
3/8"	09.525	530	5.12	46.90	53.10	40 – 75	
4	04.760	1126	10.87	57.77	42.23	30 – 60	
10	02.000	57.01	8.43	66.20	33.80	20 – 45	
20	00.840	39.93	5.90	72.10	27.90		
40	00.426	19.77	2.92	75.03	24.97	15 – 30	
60	00.250	12.57	1.86	76.89	23.11		
100	00.150	66.57	9.84	86.73	13.27		
200	00.075	47.44	7.01	93.74	6.26	5 – 15	
Fondo		42.32	6.26				
Finos		42.32	6.26	100.00			

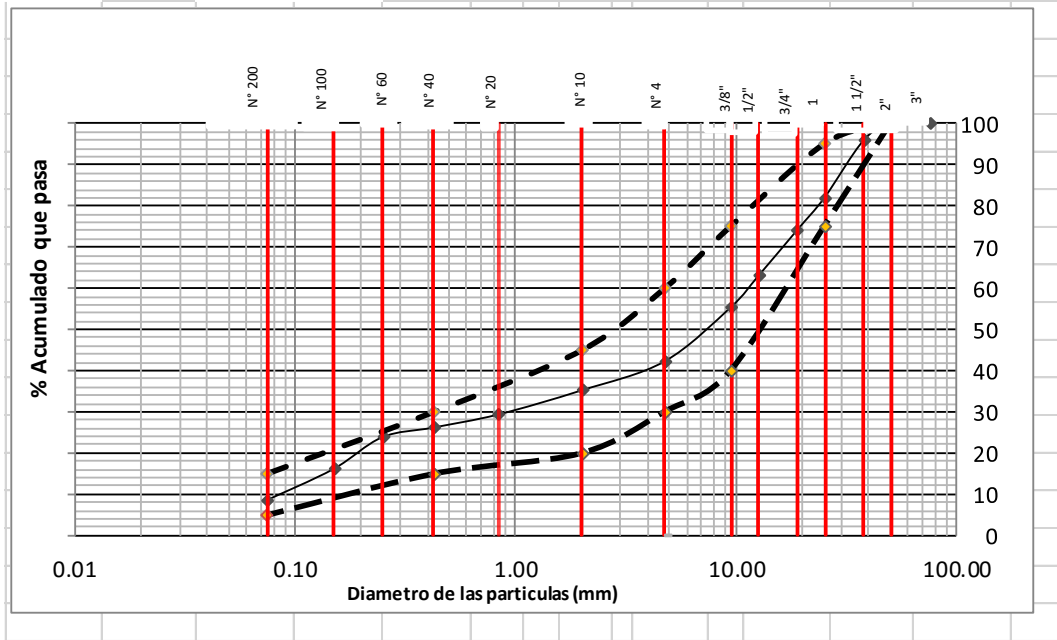
DATOS DE LA MUESTRA

Peso inicial Seco	10358
Fraccion Fina	285.61

Clasificación (S.U.C.S.)	GW
Descripción	: Gravas bien gradadas.
Clasificación (AASHTO)	A-1-a
Descripción	: Material granular
Contenido de Humedad	7%
Limite Liquido (LL)	30
Limite plastico (LP)	14
Indice de Plasticidad (IP)	6

Grava	%	57.77	Gruesa	28.00
			Fina	29.77
Arena	%	35.97	Gruesa	8.43
			Fina	8.83
Finos	%	6.26		6.26

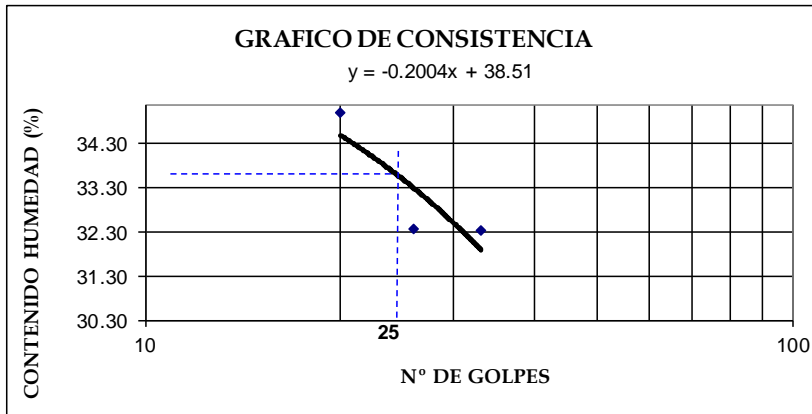
CURVA GRANULOMETRICA



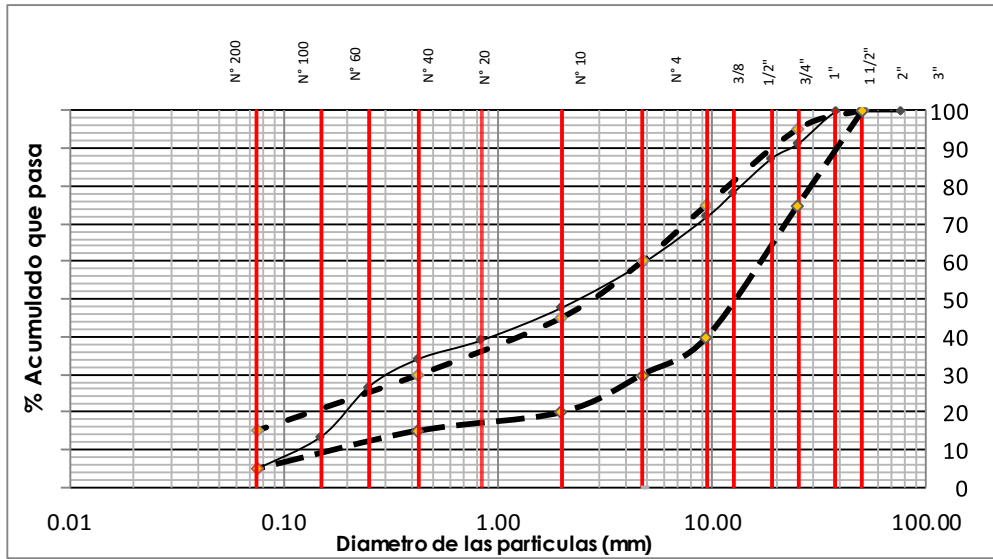
DATOS DEL PROYECTO			
TESIS	: Aplicacion del Aditivo Quimico Conaid para Atenuar la Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera Tauca – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la Ruta Nacional pe – 3na		
AUTOR	: Br. DELVA FLOR BADA ALAYO	DISTRITO	: CHIMBOTE
LUGAR	: DISTR: CHIMBOTE	PROVINCIA	: SANTA
FECHA	: 09 DE ENERO 2016	DEPARTAMENTO	: ANCASH
DATOS DE LA MUESTRA			
MATERIAL :	AFIRMADO PARA BASE GRANULAR		

1. LIMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

Procedimiento	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	CONSISTENCIA
	Tara N° 01	Tara N° 02	Tara N° 03	Tara N° 04	
1. No de Golpes	20	26	33		LL = 30.00
2. Peso Tara, [gr]	20.8	19.8	16.9	8.8	
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	39.70	38.20	43.10	9.80	LP = 14.00
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	34.80	33.70	36.70	9.70	
5. Peso Agua, [gr]	4.90	4.50	6.40	0.10	IP = 16.00
6. Peso Suelo Seco, [gr]	14.00	13.90	19.80	0.90	
7. Contenido de Humedad, [%]	35.00	32.37	32.32	11.11	



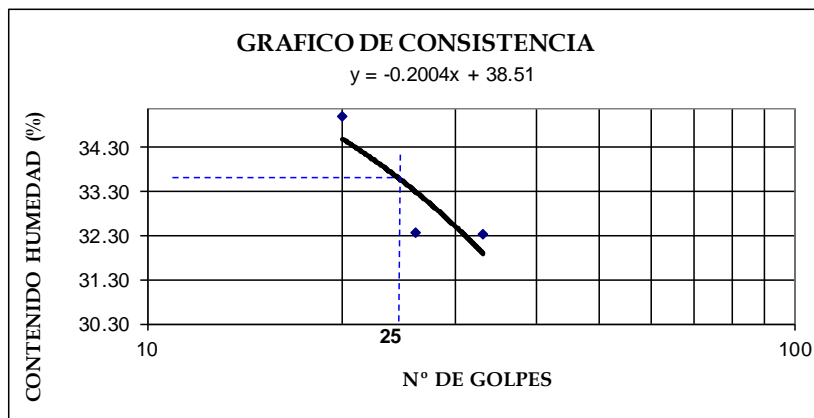
CURVA GRANULOMETRICA



DATOS DEL PROYECTO	
TESIS	: Aplicacion del Aditivo Quimico Conoid para Atenuar la Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera Taucá – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la Ruta Nacional pe – 3na
AUTOR	: Br. DELVA FLOR BADA ALAYO
LUGAR	: DISTR: CHIMBOTE
FECHA	: 09 DE ENERO 2016
DISTRITO	: CHIMBOTE
PROVINCIA	: SANTA
DEPARTAMENTO	: ANCASH
DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL	: AFIRMADO PARA BASE GRANULAR

1. LIMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBER (ASTM - D4318)

Procedimiento	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	CONSISTENCIA
	Tara N° 01	Tara N° 02	Tara N° 03	Tara N° 04	
1. No de Golpes	20	26	33		LL = 30.00
2. Peso Tara, [gr]	20.8	19.8	16.9	8.8	
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	39.70	38.20	43.10	9.80	LP = 14.00
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	34.80	33.70	36.70	9.70	
5. Peso Agua, [gr]	4.90	4.50	6.40	0.10	IP = 16.00
6. Peso Suelo Seco, [gr]	14.00	13.90	19.80	0.90	
7. Contenido de Humedad, [%]	35.00	32.37	32.32	11.11	



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	16.30
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	84.60
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	70.00
4. Peso Agua, [gr]	14.60
5. Peso Suelo Seco, [gr]	53.70
6. Contenido de Humedad, [%]	27.19

DATOS DEL PROYECTO	
TESIS	: Aplicacion del Aditiv o Quimico Conaid para Atenuar la Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera Tauca – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la Ruta Nacional pe – 3na
AUTOR	: Br. DELVA FLOR BADA ALAYO DISTRITO : CHIMBOTE
LUGAR	: DISTR: CHIMBOTE PROVINCIA : SANTA
FECHA	: 09 DE ENERO 2016 DEPARTAME: ANCASH
DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL :	AFIRMADO PARA BASE GRANULAR

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMISADO

TAMIZ	ABERTURA (MM)	PESO RETENIDO	% PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO		Especificaciones GRADO = B
				RETENIDO	PASANTE	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100
1 1/2"	38.100	0	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	1898	18.32	18.32	81.68	75 – 95
3/4"	19.050	1002	9.67	28.00	72.00	
1/2"	12.700	1428	13.79	41.78	58.22	
3/8"	09.525	530	5.12	46.90	53.10	40 – 75
4	04.760	1126	10.87	57.77	42.23	30 – 60
10	02.000	57.01	8.43	66.20	33.80	20 – 45
20	00.840	39.93	5.90	72.10	27.90	
40	00.426	19.77	2.92	75.03	24.97	15 – 30
60	00.250	12.57	1.86	76.89	23.11	
100	00.150	66.57	9.84	86.73	13.27	
200	00.075	47.44	7.01	93.74	6.26	5 – 15
Fondo		42.32	6.26			
Finos		42.32	6.26	100.00		

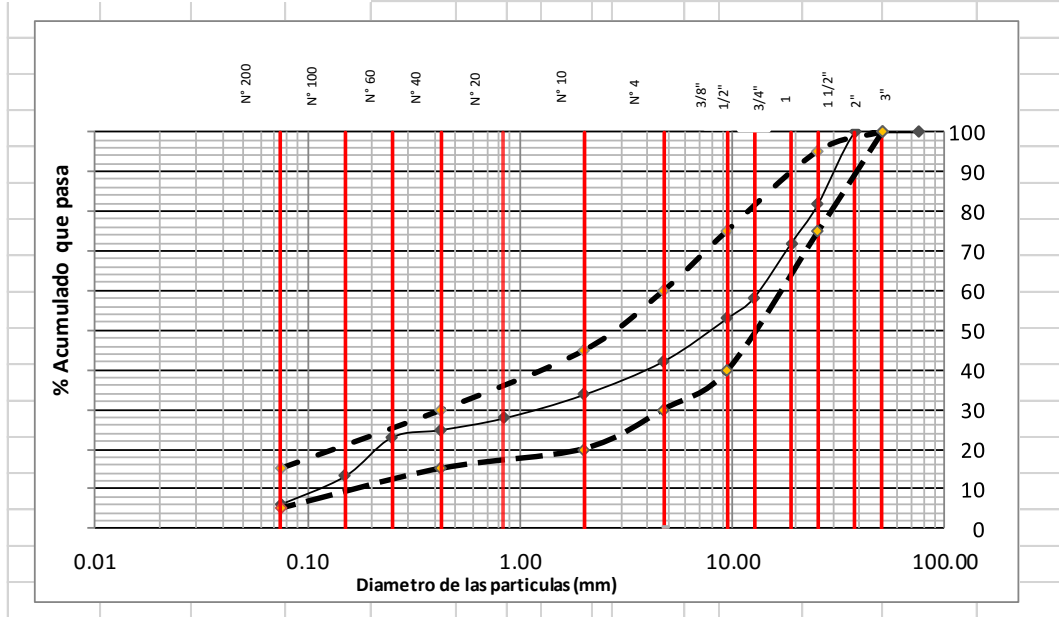
DATOS DE LA MUESTRA

Peso inicial Seco	10358
Fraccion Fina	285.61

Clasificación (S.U.C.S.)	GW
Descripción : Gravas bien gradadas.	
Clasificación (AASHTO)	A-1-a
Descripción : Material granular	
Contenido de Humedad	7%
Limite Liquido (LL)	30
Limite plastico (LP)	14
indice de Plasticidad (IP)	16

Grava	%	57.77	Gruesa	28.00
			Fina	29.77
Arena	%	35.97	Gruesa	8.43
			Fina	8.83
Finos	%	6.26		6.26

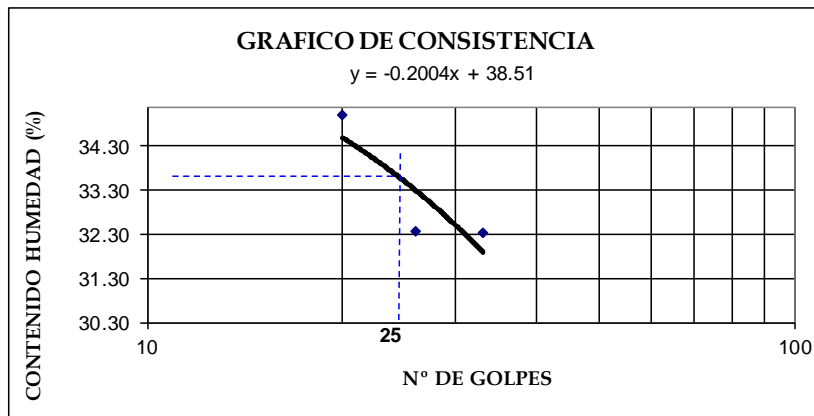
CURVA GRANULOMETRICA



DATOS DEL PROYECTO	
TESIS	: Aplicacion del Aditiv o Químico Conoid para Atenuar la Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera Taucá – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la Ruta Nacional pe – 3na
AUTOR	: Br. DELVA FLOR BADA ALAYO
LUGAR	: DISTR: CHIMBOTE
FECHA	: 09 DE ENERO 2016
DISTRITO	: CHIMBOTE
PROVINCIA	: SANTA
DEPARTAMENTO	: ANCASH
DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL	: AFIRMADO PARA BASE GRANULAR

1. LIMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

Procedimiento	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	CONSISTENCIA
	Tara N°01	Tara N°02	Tara N°03	Tara N°04	
1. No de Golpes	20	26	33		LL = 30.00
2. Peso Tara, [gr]	20.8	19.8	16.9	8.8	
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	39.70	38.20	43.10	9.80	LP = 14.00
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	34.80	33.70	36.70	9.70	
5. Peso Agua, [gr]	4.90	4.50	6.40	0.10	IP = 16.00
6. Peso Suelo Seco, [gr]	14.00	13.90	19.80	0.90	
7. Contenido de Humedad, [%]	35.00	32.37	32.32	11.11	



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	16.30
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	84.60
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	70.00
4. Peso Agua, [gr]	14.60
5. Peso Suelo Seco, [gr]	53.70
6. Contenido de Humedad, [%]	27.19

DATOS DEL PROYECTO	
TESIS	: Aplicacion del Aditivo Quimico Conaid para Atenuar la Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera Tauca – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la Ruta Nacional pe – 3na
AUTOR	: Br. DELVA FLOR BADA ALAYO
LUGAR	: DISTR: CHIMBOTE
FECHA	: 09 DE ENERO 2016
DISTRITO	: CHIMBOTE
PROVINCIA	: SANTA
DEPARTAMENT	: ANCASH
DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL	: AFIRMADO PARA BASE GRANULAR

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

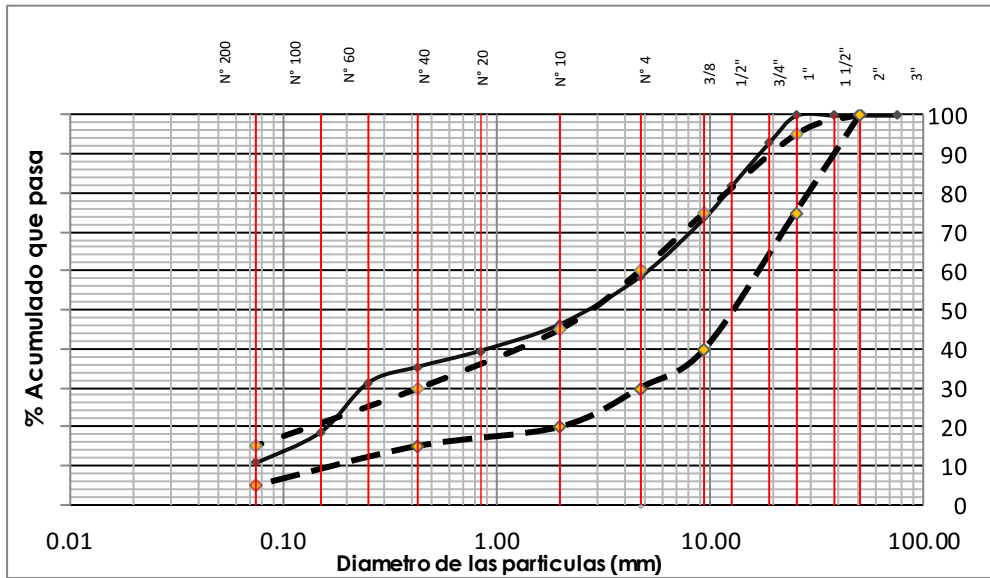
	ABERTURA	PESO	%PARCIAL	% ACUMULADO		Especificaciones		
				RETENIDO	PASANTE			
	TAMIZ (MM)	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	PASANTE	GRADO = B		
GRAVA	3"	76.20	0.00	0.00	100.00			
	2"	50.80	0.00	0.00	100.00	100		
	1 1/2"	38.10	0.00	0.00	100.00			
	1"	25.40	151.80	0.00	0.00	100.00	75 – 95	
	3/4"	19.05	139.10	6.83	6.83	93.17		
	1/2"	12.70	226.07	11.09	17.92	82.08		
	FINA	3/8"	09.53	165.78	8.14	26.06	73.94	40 – 75
		4	04.76	308.21	15.13	41.18	58.82	30 – 60
		10	02.00	250.68	12.30	53.49	46.51	20 – 45
		20	00.84	111.19	6.93	60.42	39.58	
ARENA	40	00.43	84.59	4.15	64.57	35.43	15 – 30	
	60	00.25	82.62	4.05	68.62	31.38		
	100	00.15	258.58	12.69	81.31	18.69		
	200	00.08	160.58	7.88	89.19	10.81	5 – 15	
	Fondo		68.42	3.36	92.55			
	Total		2038	92.55				

DATOS DE LA MUESTRA	
Peso inicial Seco	1275
Fraccion Fina	50178

Clasificación (S.U.C.S.)	GP - GM
Descripción	Gravas mal gradada, con Limo y Arena
Clasificación (AASHTO)	
Descripción :	
$D_{10} = 0.11$	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 50.91$
$D_{30} = 0.52$	
$D_{60} = 5.60$	$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = 0.44$

Grava	%	41.18	Gruesa	6.83
			Fina	34.36
Arena	%	48.01	Gruesa	29.38
			Fina	11.08
Finos	%	10.81		10.81

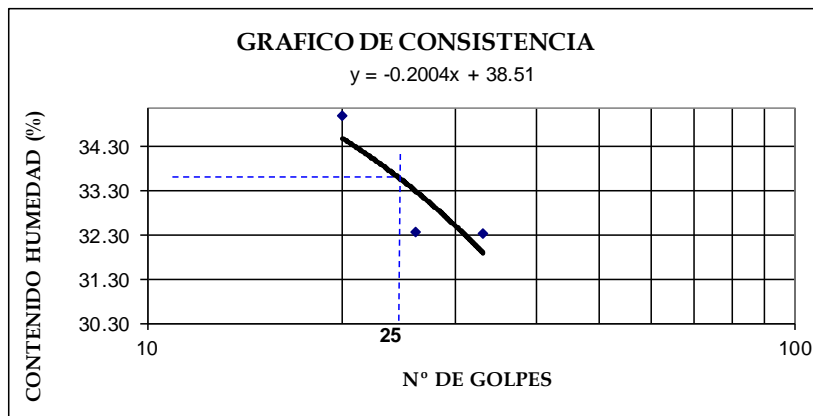
CURVA GRANULOMETRICA



DATOS DEL PROYECTO	
TESIS	: Aplicacion del Aditivo Quimico Conoid para Atenuar la Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera Tauca – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la Ruta Nacional pe – 3na
AUTOR	: Br. DELVA FLOR BADA ALAYO
LUGAR	: DISTRITO : CHIMBOTE
FECHA	: DISTR: CHIMBOTE PROVINCIA : SANTA DEPARTAMENTO : ANCASH
FECHA	: 09 DE ENERO 2016
DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL :	AFIRMADO PARA BASE GRANULAR

1. LIMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

Procedimiento	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	CONSISTENCIA
	Tara N° 01	Tara N° 02	Tara N° 03	Tara N° 04	
1. No de Golpes	20	26	33		LL = 30.00
2. Peso Tara, [gr]	20.8	19.8	16.9	8.8	
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	39.70	38.20	43.10	9.80	LP = 14.00
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	34.80	33.70	36.70	9.70	
5. Peso Agua, [gr]	4.90	4.50	6.40	0.10	IP = 16.00
6. Peso Suelo Seco, [gr]	14.00	13.90	19.80	0.90	
7. Contenido de Humedad, [%]	35.00	32.37	32.32	11.11	



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No
1. Peso Tara, [gr]	16.30
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	84.60
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	70.00
4. Peso Agua, [gr]	14.60
5. Peso Suelo Seco, [gr]	53.70
6. Contenido de Humedad, [%]	27.19

Anexo B

PRUEBAS CBR

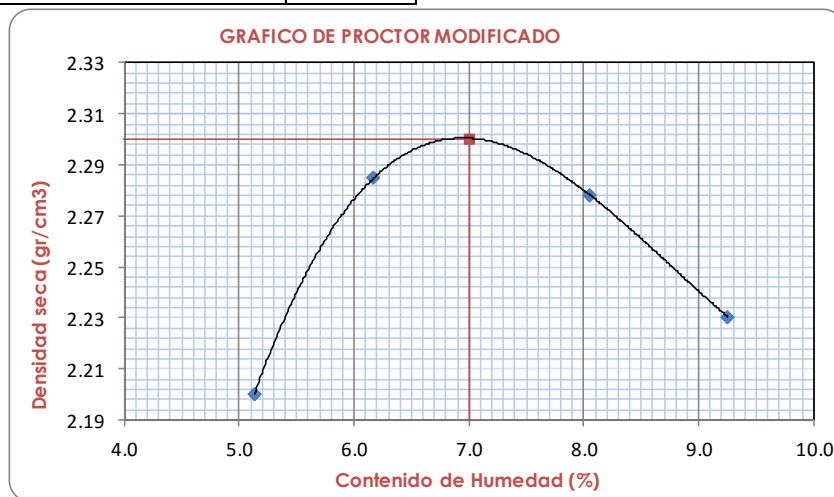
Procedimiento normal

Suelo con aditivo

DATOS DEL PROYECTO	
TESIS	: Aplicación del Aditivo Químico Conaid para Atenuar la Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera Tauca – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la Ruta Nacional pe – 3na
AUTOR	: Br. DELVA FLOR BADA ALAYO
LUGAR	: DISTR: CHIMBOTE
FECHA	: 09 DE ENERO 2016
DISTRITO	: CHIMBOTE
PROVINCIA	: SANTA
DEPARTAMENTO	: ANCASH
DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL	: AFIRMADO PARA BASE GRANULAR

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115 – 2000, ASTM D 1557)						
Numero de Ensayo	1	2	3	4	5	
Numero de capas	5	5	5	5		
Numero de golpes	56	56	56	56		
Peso suelo + molde (gr.)	11,310	11,540	11,614	11,563		
Peso molde (gr.)	6,570	6,570	6,570	6,570		
Peso suelo compactado (gr.)	4,740	4,970	5,044	4,993		
Volumen del molde (cm ³)	2,049	2,049	2,049	2,049		
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.313	2.426	2.462	2.437		
CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA						
Tara N°	11	10	1	3		
Tara + suelo húmedo (gr.)	105.69	137.52	101.68	161.82		
Tara + suelo seco (gr.)	101.89	131.01	96.20	150.41		
Peso de agua (gr.)	3.80	6.51	5.48	11.41		
Peso de tara (gr.)	27.85	25.45	28.14	27.12		
Peso de suelo seco (gr.)	74.04	105.56	68.06	123.29		
Humedad (%)	5.13	6.17	8.05	9.25		
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.200	2.285	2.278	2.230		

Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	: 2.30
Óptimo Contenido de Humedad (%)	: 7.0



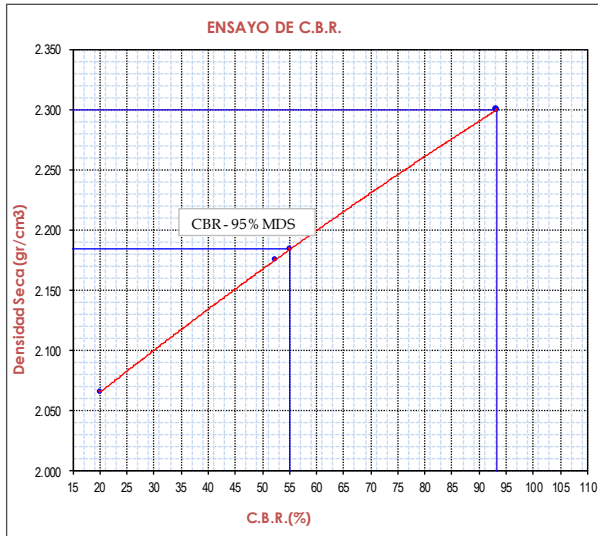
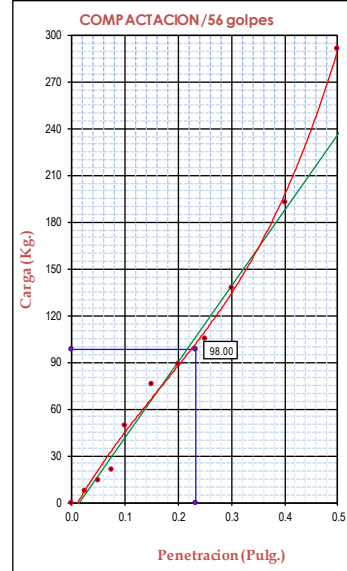
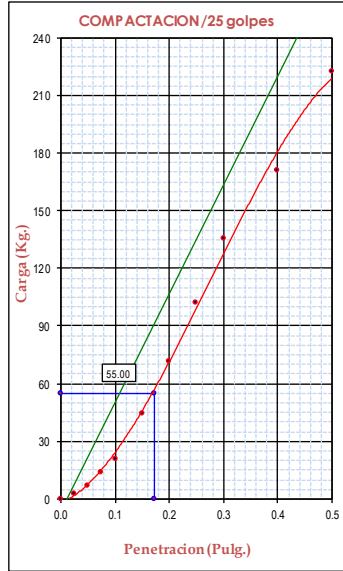
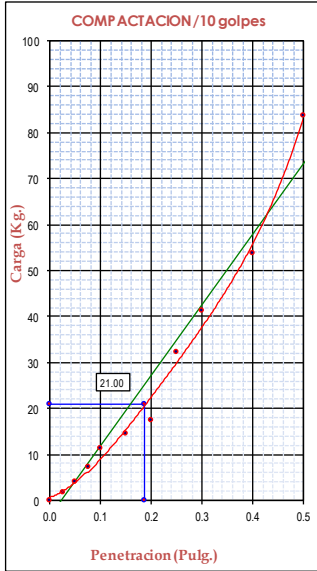
DATOS DEL PROYECTO	
TESIS	: Aplicacion del Aditivo Químico Conaid para Atenuar la Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera Taucá - Bambas (km73 + 514 - km132 + 537) de la Ruta Nacional pe - 3na
AUTOR	: Br. DELVA FLOR BADA ALAYO DISTRITO : CHIMBOTE
LUGAR	: DISTR: CHIMBOTE PROVINCIA : SANTA
FECHA	: 09 DE ENERO 2016 DEPARTAMENTO : ANCASH
DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL :	AFIRMADO PARA BASE GRANULAR

ENSAYO DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) (NORMA AASHTO T - 193, ASTM D 1883)						
COMPACTACION						
Molde N°	1		2		3	
N° de Capas	5		5		5	
N° de Golpes	10		25		56	
Condicion de la Muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13063.0		13232.0		13789.0	
Peso de molde (g)	8538.0		8465.0		8732.0	
Volumen del molde (cm ³)	2049.0		2049.0		2049.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4525.0		4767.0		5057.0	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.208		2.327		2.468	
HUMEDAS (%)	6.9		7.0		7.0	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.065		2.175		2.308	
HUMEDAD						
TARA N°	1		1		1	
Tara + Peso suelo húmedo (g)	103.8		103.6		112.8	
Tara + Peso suelo seco (g)	98.9		98.6		107.3	
Peso de agua (g)	4.9		5.0		5.5	
Peso de tara (g)	27.8		27.0		27.6	
Peso de suelo seco (g)	71.0		71.6		79.7	
Contenido de humedad (%)	6.9		7.0		7.0	

EXPANSION												
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA		EXPANSIÓN		LECTURA		EXPANSIÓN		LECTURA	
			DIAL	mm	mm	%	DIAL	mm	mm	%	DIAL	mm
16/01/2016	18:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17/01/2016	18:00	24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18/01/2016	18:00	48	2.0	0.05	0.04	12.0	0.304	0.259	13.0	0.329	0.281	

ENSAYO CBR									
TIEMPO	PENETRACION		CARGA (Kg/cm ²)	Presion : 10 golpes		Presion : 25 golpes		Presion : 56 golpes	
	m.m.	pulg.		Dial	(Kg/cm ²)	Dial	(Kg/cm ²)	Dial	(Kg/cm ²)
0.30	0.635	0.025		10	2	15	3	43	7.3
1.00	1.270	0.050		24	4	39	7	84	14.2
1.30	1.905	0.075		42	7	82	14	128	21.5
2.00	2.540	0.100	70.31	67	11	124	21	294	49.1
2.30	3.810	0.150		86	14	267	45	457	76.3
3.00	5.080	0.200	105.46	104	17	429	72	534	89.1
3.50	6.350	0.250		193	32	611	102	631	105.3
4.00	7.620	0.300		247	41	814	136	824	137.4
4.50	10.160	0.400		321	54	1024	171	1154	192.4
5.00	12.348	0.500		501	84	1334	222	1747	291.2

DATOS DEL PROYECTO	
TESIS	: Aplicacion del Aditiv o Quimico Conaid para Atenuar la Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera Taucu – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la Ruta Nacional pe – 3na
AUTOR	: Br. DELVA FLOR BADA ALAYO
LUGAR	: DISTR: CHIMBOTE
FECHA	: 09 DE ENERO 2016
DISTRITO	: CHIMBOTE
PROVINCIA	: SANTA
DEPARTAMENTO	: ANCASH
DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL :	AFIRMADO PARA BASE GRANULAR



DENSIDAD MAXIMA (PROCTOR)	
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.30
Humedad Optima %	7.00

COMPACTACION			
Nº GOLPES	10	25	56
C.B.R.(%)	20.0	52.4	93.3
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.065	2.175	2.308

RESUMEN	
C.B.R. al 100% :	93.3
C.B.R. al 95% :	55.0

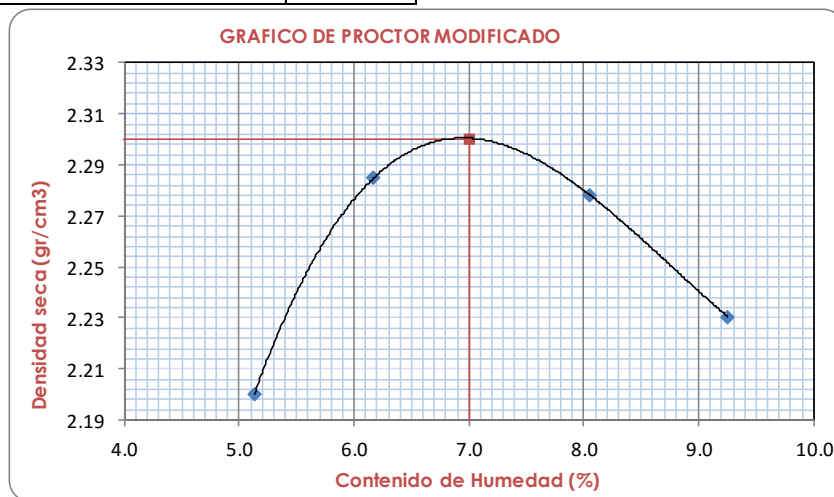
Anexo B – 1

0,9 L de aditivo en 30 m³ de suelo

DATOS DEL PROYECTO	
TESIS	: Aplicación del Aditivo Químico Conaid para Atenuar la Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera Tauca – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la Ruta Nacional pe – 3na
AUTOR	: Br. DELVA FLOR BADA ALAYO
LUGAR	: DISTR: CHIMBOTE
FECHA	: 09 DE ENERO 2016
DISTRITO	: CHIMBOTE
PROVINCIA	: SANTA
DEPARTAMENTO	: ANCASH
DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL	: AFIRMADO PARA BASE GRANULAR

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115 – 2000, ASTM D 1557)						
Numero de Ensayo		1	2	3	4	5
Numero de capas		5	5	5	5	
Numero de golpes		56	56	56	56	
Peso suelo + molde (gr.)		11,310	11,540	11,614	11,563	
Peso molde (gr.)		6,570	6,570	6,570	6,570	
Peso suelo compactado (gr.)		4,740	4,970	5,044	4,993	
Volumen del molde (cm ³)		2,049	2,049	2,049	2,049	
Densidad húmeda (gr/cm ³)		2.313	2.426	2.462	2.437	
CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA						
Tara N°		11	10	1	3	
Tara + suelo húmedo (gr.)		105.69	137.52	101.68	161.82	
Tara + suelo seco (gr.)		101.89	131.01	96.20	150.41	
Peso de agua (gr.)		3.80	6.51	5.48	11.41	
Peso de tara (gr.)		27.85	25.45	28.14	27.12	
Peso de suelo seco (gr.)		74.04	105.56	68.06	123.29	
Humedad (%)		5.13	6.17	8.05	9.25	
Densidad Seca (gr/cm ³)		2.200	2.285	2.278	2.230	

Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	:	2.30
Óptimo Contenido de Humedad (%)	:	7.0



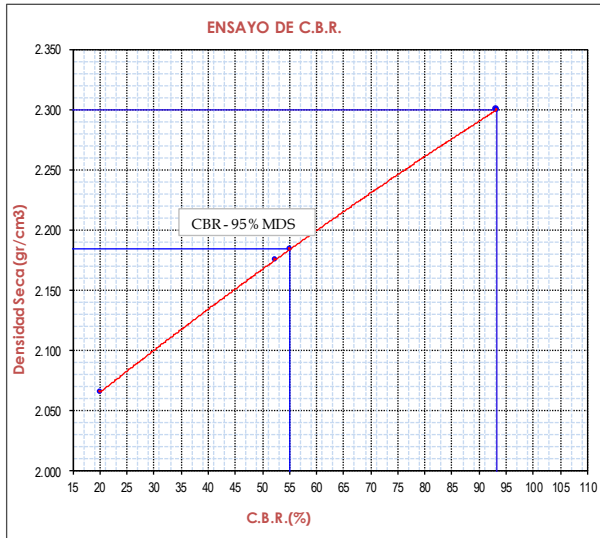
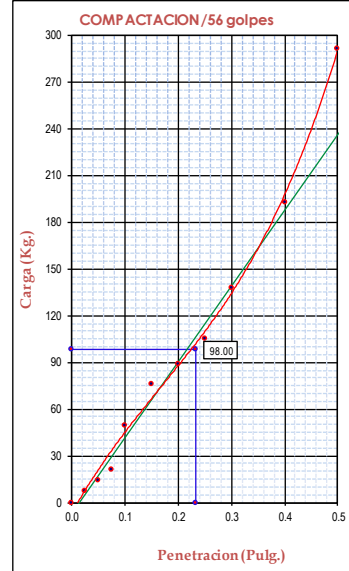
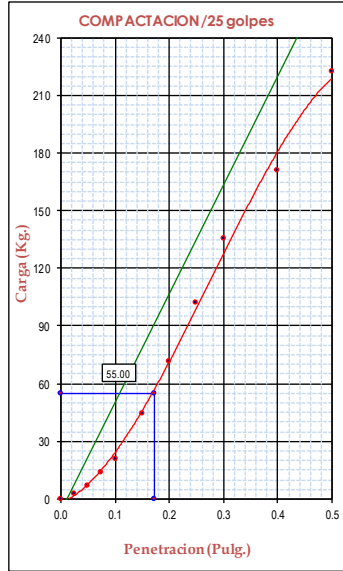
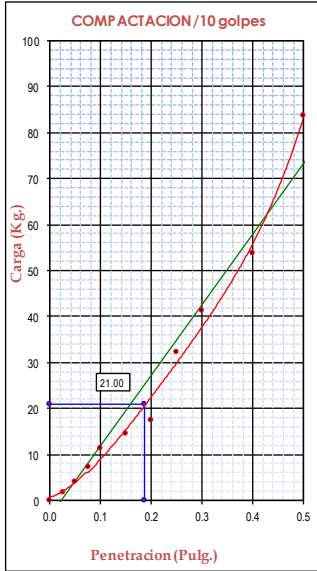
DATOS DEL PROYECTO	
TESIS	: Aplicacion del Aditivo Químico Conaid para Atenuar la Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera Taucá – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la Ruta Nacional pe – 3na
AUTOR	: Br. DELVA FLOR BADA ALAYO DISTRITO : CHIMBOTE
LUGAR	: DISTR: CHIMBOTE PROVINCIA : SANTA
FECHA	: 09 DE ENERO 2016 DEPARTAMENTO : ANCASH
DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL :	AFIRMADO PARA BASE GRANULAR

ENSAYO DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) (NORMA AASHTO T - 193, ASTM D 1883)						
COMPACTACION						
Molde N°	1		2		3	
N° de Capas	5		5		5	
N° de Golpes	10		25		56	
Condicion de la Muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13063.0		13232.0		13789.0	
Peso de molde (g)	8538.0		8465.0		8732.0	
Volumen del molde (cm ³)	2049.0		2049.0		2049.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4525.0		4767.0		5057.0	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.208		2.327		2.468	
HUMEDAS (%)	6.9		7.0		7.0	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.065		2.175		2.308	
HUMEDAD						
TARA N°	1		1		1	
Tara + Peso suelo húmedo (g)	103.8		103.6		112.8	
Tara + Peso suelo seco (g)	98.9		98.6		107.3	
Peso de agua (g)	4.9		5.0		5.5	
Peso de tara (g)	27.8		27.0		27.6	
Peso de suelo seco (g)	71.0		71.6		79.7	
Contenido de humedad (%)	6.9		7.0		7.0	

EXPANSION												
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA		EXPANSIÓN		LECTURA		EXPANSIÓN		LECTURA	
			DIAL	mm	mm	%	DIAL	mm	mm	%	DIAL	mm
16/01/2016	18:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17/01/2016	18:00	24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18/01/2016	18:00	48	2.0	0.05	0.04	12.0	0.304	0.259	13.0	0.329	0.281	

ENSAYO CBR									
TIEMPO	PENETRACION		CARGA (Kg/cm ²)	Presion : 10 golpes		Presion : 25 golpes		Presion : 56 golpes	
	m.m.	pulg.		Dial	(Kg/cm ²)	Dial	(Kg/cm ²)	Dial	(Kg/cm ²)
0.30	0.635	0.025		10	2	15	3	43	7.3
1.00	1.270	0.050		24	4	39	7	84	14.2
1.30	1.905	0.075		42	7	82	14	128	21.5
2.00	2.540	0.100	70.31	67	11	124	21	294	49.1
2.30	3.810	0.150		86	14	267	45	457	76.3
3.00	5.080	0.200	105.46	104	17	429	72	534	89.1
3.50	6.350	0.250		193	32	611	102	631	105.3
4.00	7.620	0.300		247	41	814	136	824	137.4
4.50	10.160	0.400		321	54	1024	171	1154	192.4
5.00	12.348	0.500		501	84	1334	222	1747	291.2

DATOS DEL PROYECTO	
TESIS	: Aplicacion del Aditiv o Quimico Conaid para Atenuar la Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera Taucu – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la Ruta Nacional pe – 3na
AUTOR	: Br. DELVA FLOR BADA ALAYO
LUGAR	: DISTR: CHIMBOTE
FECHA	: 09 DE ENERO 2016
DISTRITO	: CHIMBOTE
PROVINCIA	: SANTA
DEPARTAMENTO	: ANCASH
DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL :	AFIRMADO PARA BASE GRANULAR



DENSIDAD MAXIMA (PROCTOR)	
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.30
Humedad Optima %	7.00

COMPACTACION			
Nº GOLPES	10	25	56
C.B.R.(%)	20.0	52.4	93.3
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.065	2.175	2.308

RESUMEN	
C.B.R. al 100% :	93.3
C.B.R. al 95% :	55.0

MUESTRA:**Identificación:** Fracción fina sin aditivo.**Procedencia:** 75% afirmado de cantera y 25% arcilla de cantera.**DATOS DE LOS ESPECÍMENES ENSAYADOS**

Espécimen	# 1	# 2	# 3
<i>Método de preparación y compactación</i>	<i>Húmedo</i>	<i>Húmedo</i>	<i>Húmedo</i>
<i>Condición al momento de ensayarlos</i>	<i>Remojados 04 días</i>		
<i>% de humedad de compactación</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>12</i>
<i>Densidad seca antes de sumergirlos en agua</i>	<i>2,00</i>	<i>2,00</i>	<i>2,00</i>
<i>Compactación en golpes por capa</i>	<i>56</i>	<i>56</i>	<i>56</i>

RESULTADOS

Espécimen	# 1	# 2	# 3
<i>% de expansión con respecto a su altura inicial</i>	<i>4,07</i>	<i>4,05</i>	<i>-----</i>
<i>C.B.R. corregido a 0,1" de penetración</i>	<i>6</i>	<i>9</i>	<i>4</i>
<i>C.B.R. corregido a 0,2" de penetración</i>	<i>9</i>	<i>12</i>	<i>6</i>
<i>Cantidad de sobrecarga</i>	<i>10 lbs</i>	<i>10 lbs</i>	<i>10 lbs</i>

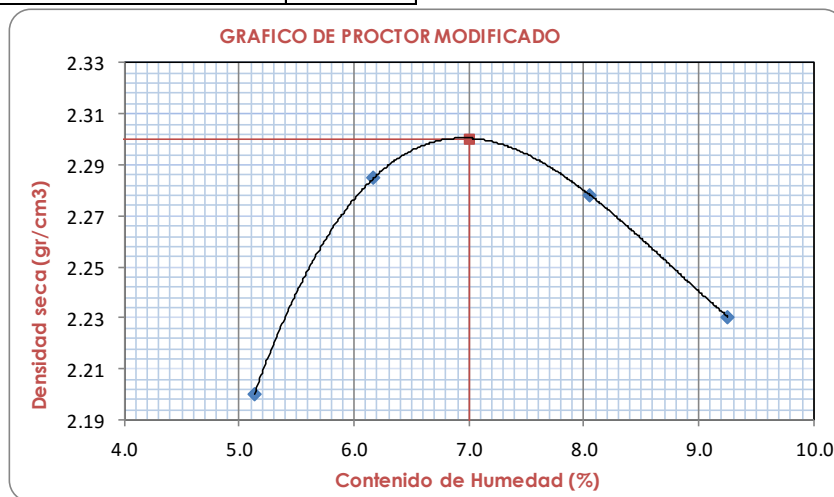
Anexo B – 2

1 L de aditivo en 30 m³ de suelo

DATOS DEL PROYECTO	
TESIS	: Aplicación del Aditivo Químico Conaid para Atenuar la Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera Tauca – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la Ruta Nacional pe – 3na
AUTOR	: Br. DELVA FLOR BADA ALAYO
LUGAR	: DISTR: CHIMBOTE
FECHA	: 09 DE ENERO 2016
DISTRITO	: CHIMBOTE
PROVINCIA	: SANTA
DEPARTAMENTO	: ANCASH
DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL	: AFIRMADO PARA BASE GRANULAR

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115 – 2000, ASTM D 1557)						
Numero de Ensayo	1	2	3	4	5	
Numero de capas	5	5	5	5		
Numero de golpes	56	56	56	56		
Peso suelo + molde (gr.)	11,310	11,540	11,614	11,563		
Peso molde (gr.)	6,570	6,570	6,570	6,570		
Peso suelo compactado (gr.)	4,740	4,970	5,044	4,993		
Volumen del molde (cm ³)	2,049	2,049	2,049	2,049		
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.313	2.426	2.462	2.437		
CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA						
Tara N°	11	10	1	3		
Tara + suelo húmedo (gr.)	105.69	137.52	101.68	161.82		
Tara + suelo seco (gr.)	101.89	131.01	96.20	150.41		
Peso de agua (gr.)	3.80	6.51	5.48	11.41		
Peso de tara (gr.)	27.85	25.45	28.14	27.12		
Peso de suelo seco (gr.)	74.04	105.56	68.06	123.29		
Humedad (%)	5.13	6.17	8.05	9.25		
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.200	2.285	2.278	2.230		

Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	: 2.30
Óptimo Contenido de Humedad (%)	: 7.0



MUESTRA:**Identificación:** Fracción fina sin aditivo.**Procedencia:** 75% afirmado de cantera y 25% arcilla de cantera.**DATOS DE LOS ESPECÍMENES ENSAYADOS**

Espécimen	# 1	# 2	# 3
<i>Método de preparación y compactación</i>	<i>Húmedo</i>	<i>Húmedo</i>	<i>Húmedo</i>
<i>Condición al momento de ensayarlos</i>	<i>Remojados 04 días</i>		
<i>% de humedad de compactación</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>12</i>
<i>Densidad seca antes de sumergirlos en agua</i>	<i>2,00</i>	<i>1,98</i>	<i>1,98</i>
<i>Compactación en golpes por capa</i>	<i>56</i>	<i>56</i>	<i>56</i>

RESULTADOS

Espécimen	# 1	# 2	# 3
% de expansión con respecto a su altura inicial	3,15	3,04	3,02
C.B.R. corregido a 0,1" de penetración	5	4	4
C.B.R. corregido a 0,2" de penetración	7	6	6
Cantidad de sobrecarga	10 lbs	10 lbs	10 lbs

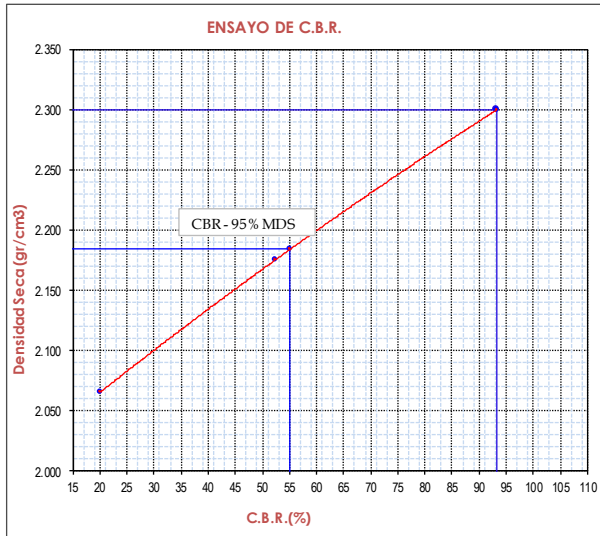
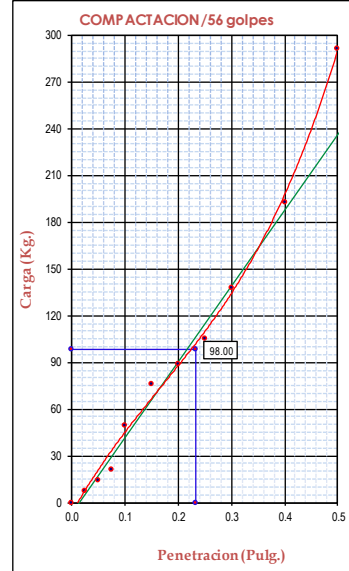
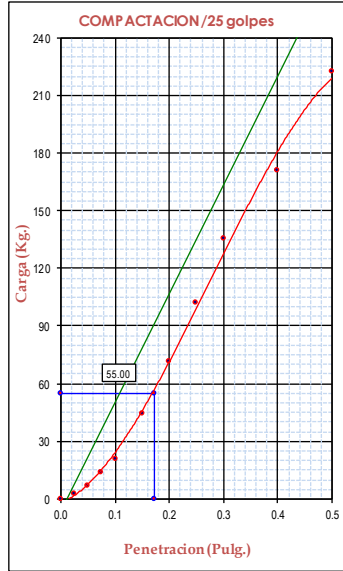
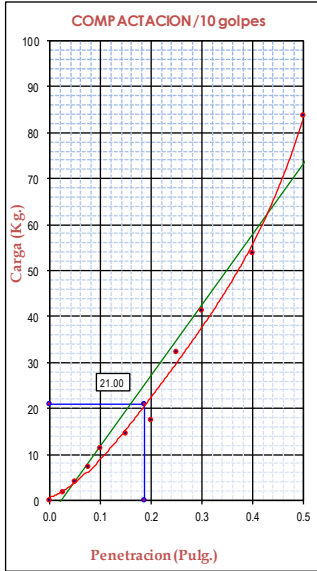
DATOS DEL PROYECTO	
TESIS	: Aplicacion del Aditivo Químico Conaid para Atenuar la Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera Tauca – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la Ruta Nacional pe – 3na
AUTOR	: Br. DELVA FLOR BADA ALAYO DISTRITO : CHIMBOTE
LUGAR	: DISTR: CHIMBOTE PROVINCIA : SANTA
FECHA	: 09 DE ENERO 2016 DEPARTAMENTO : ANCASH
DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL :	AFIRMADO PARA BASE GRANULAR

ENSAYO DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) (NORMA AASHTO T - 193, ASTM D 1883)						
COMPACTACION						
Molde N°	1		2		3	
N° de Capas	5		5		5	
N° de Golpes	10		25		56	
Condicion de la Muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13063.0		13232.0		13789.0	
Peso de molde (g)	8538.0		8465.0		8732.0	
Volumen del molde (cm ³)	2049.0		2049.0		2049.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4525.0		4767.0		5057.0	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.208		2.327		2.468	
HUMEDAS (%)	6.9		7.0		7.0	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.065		2.175		2.308	
HUMEDAD						
TARA N°	1		1		1	
Tara + Peso suelo húmedo (g)	103.8		103.6		112.8	
Tara + Peso suelo seco (g)	98.9		98.6		107.3	
Peso de agua (g)	4.9		5.0		5.5	
Peso de tara (g)	27.8		27.0		27.6	
Peso de suelo seco (g)	71.0		71.6		79.7	
Contenido de humedad (%)	6.9		7.0		7.0	

EXPANSION												
FECHA	HORA	TIEMPO HRS.	LECTURA		EXPANSIÓN		LECTURA		EXPANSIÓN		LECTURA	
			DIAL	mm	mm	%	DIAL	mm	mm	%	DIAL	mm
16/01/2016	18:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17/01/2016	18:00	24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18/01/2016	18:00	48	2.0	0.05	0.04	12.0	0.304	0.259	13.0	0.329	0.281	

ENSAYO CBR									
TIEMPO	PENETRACION		CARGA (Kg/cm ²)	Presion : 10 golpes		Presion : 25 golpes		Presion : 56 golpes	
	m.m.	pulg.		Dial (Kg/cm ²)	Dial (Kg/cm ²)	Dial (Kg/cm ²)	Dial (Kg/cm ²)		
0.30	0.635	0.025		10	2	15	3	43	7.3
1.00	1.270	0.050		24	4	39	7	84	14.2
1.30	1.905	0.075		42	7	82	14	128	21.5
2.00	2.540	0.100	70.31	67	11	124	21	294	49.1
2.30	3.810	0.150		86	14	267	45	457	76.3
3.00	5.080	0.200	105.46	104	17	429	72	534	89.1
3.50	6.350	0.250		193	32	611	102	631	105.3
4.00	7.620	0.300		247	41	814	136	824	137.4
4.50	10.160	0.400		321	54	1024	171	1154	192.4
5.00	12.348	0.500		501	84	1334	222	1747	291.2

DATOS DEL PROYECTO	
TESIS	: Aplicacion del Aditiv o Quimico Conaid para Atenuar la Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera Taucu – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la Ruta Nacional pe – 3na
AUTOR	: Br. DELVA FLOR BADA ALAYO
LUGAR	: DISTR: CHIMBOTE
FECHA	: 09 DE ENERO 2016
DISTRITO	: CHIMBOTE
PROVINCIA	: SANTA
DEPARTAMENTO	: ANCASH
DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL :	AFIRMADO PARA BASE GRANULAR



DENSIDAD MAXIMA (PROCTOR)	
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.30
Humedad Optima %	7.00

COMPACTACION			
Nº GOLPES	10	25	56
C.B.R.(%)	20.0	52.4	93.3
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.065	2.175	2.308

RESUMEN	
C.B.R. al 100% :	93.3
C.B.R. al 95% :	55.0

Anexo C

PRUEBAS CBR

Procedimiento: Secado 1 día

Suelo con aditivo: Fracción fina

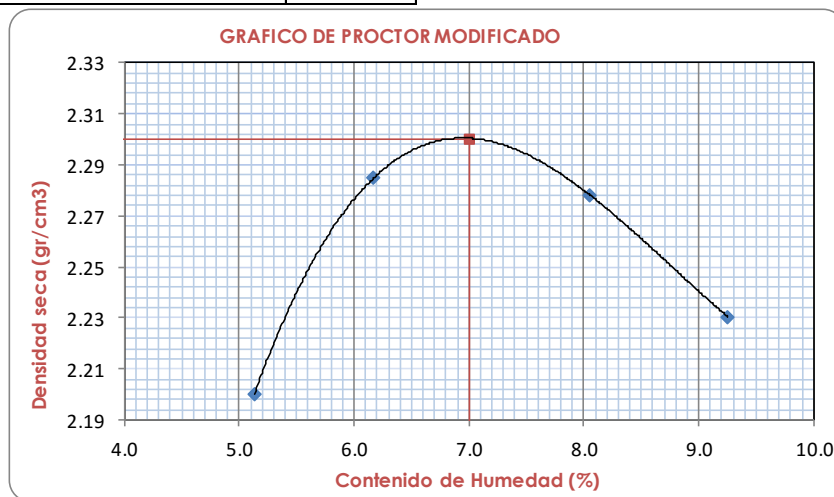
Anexo C – 1

0,9 L de aditivo en 30 m³ de suelo

DATOS DEL PROYECTO	
TESIS	: Aplicación del Aditivo Químico Conaid para Atenuar la Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera Tauca – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la Ruta Nacional pe – 3na
AUTOR	: Br. DELVA FLOR BADA ALAYO
LUGAR	: DISTR: CHIMBOTE
FECHA	: 09 DE ENERO 2016
DISTRITO	: CHIMBOTE
PROVINCIA	: SANTA
DEPARTAMENTO	: ANCASH
DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL	: AFIRMADO PARA BASE GRANULAR

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115 – 2000, ASTM D 1557)						
Numero de Ensayo		1	2	3	4	5
Numero de capas		5	5	5	5	
Numero de golpes		56	56	56	56	
Peso suelo + molde (gr.)		11,310	11,540	11,614	11,563	
Peso molde (gr.)		6,570	6,570	6,570	6,570	
Peso suelo compactado (gr.)		4,740	4,970	5,044	4,993	
Volumen del molde (cm ³)		2,049	2,049	2,049	2,049	
Densidad húmeda (gr/cm ³)		2.313	2.426	2.462	2.437	
CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA						
Tara N°		11	10	1	3	
Tara + suelo húmedo (gr.)		105.69	137.52	101.68	161.82	
Tara + suelo seco (gr.)		101.89	131.01	96.20	150.41	
Peso de agua (gr.)		3.80	6.51	5.48	11.41	
Peso de tara (gr.)		27.85	25.45	28.14	27.12	
Peso de suelo seco (gr.)		74.04	105.56	68.06	123.29	
Humedad (%)		5.13	6.17	8.05	9.25	
Densidad Seca (gr/cm ³)		2.200	2.285	2.278	2.230	

Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	:	2.30
Óptimo Contenido de Humedad (%)	:	7.0



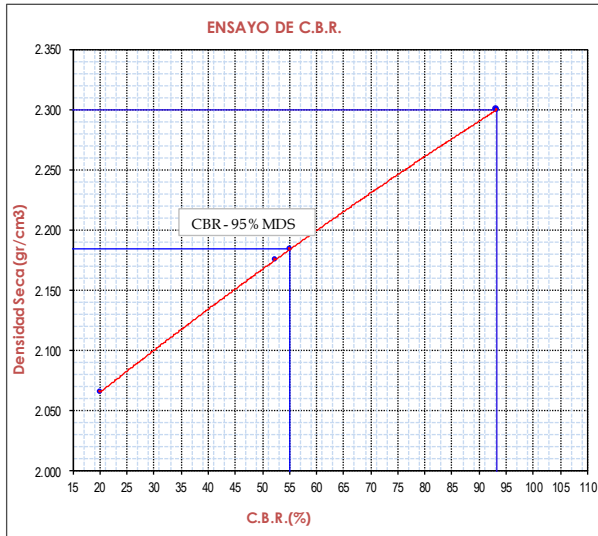
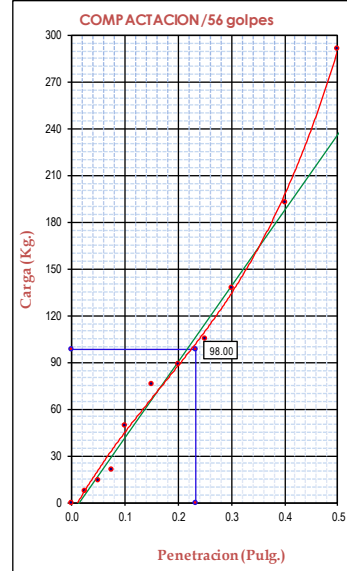
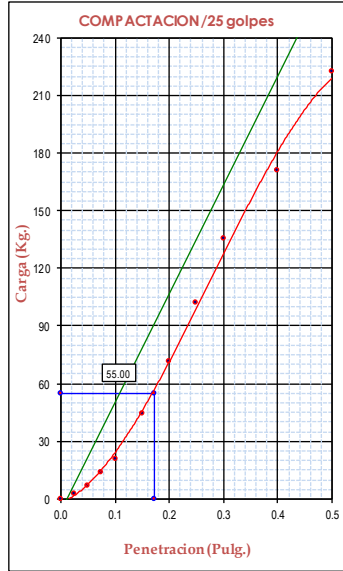
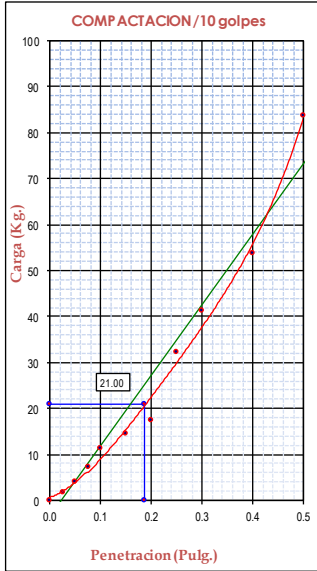
DATOS DEL PROYECTO	
TESIS	: Aplicacion del Aditivo Químico Conaid para Atenuar la Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera Taucá – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la Ruta Nacional pe – 3na
AUTOR	: Br. DELVA FLOR BADA ALAYO DISTRITO : CHIMBOTE
LUGAR	: DISTR: CHIMBOTE PROVINCIA : SANTA
FECHA	: 09 DE ENERO 2016 DEPARTAMENTO : ANCASH
DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL :	AFIRMADO PARA BASE GRANULAR

ENSAYO DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) (NORMA AASHTO T - 193, ASTM D 1883)						
COMPACTACION						
Molde N°	1		2		3	
N° de Capas	5		5		5	
N° de Golpes	10		25		56	
Condicion de la Muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13063.0		13232.0		13789.0	
Peso de molde (g)	8538.0		8465.0		8732.0	
Volumen del molde (cm ³)	2049.0		2049.0		2049.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4525.0		4767.0		5057.0	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.208		2.327		2.468	
HUMEDAS (%)	6.9		7.0		7.0	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.065		2.175		2.308	
HUMEDAD						
TARA N°	1		1		1	
Tara + Peso suelo húmedo (g)	103.8		103.6		112.8	
Tara + Peso suelo seco (g)	98.9		98.6		107.3	
Peso de agua (g)	4.9		5.0		5.5	
Peso de tara (g)	27.8		27.0		27.6	
Peso de suelo seco (g)	71.0		71.6		79.7	
Contenido de humedad (%)	6.9		7.0		7.0	

EXPANSION												
FECHA	HORA	TIEMPO HRS.	LECTURA		EXPANSIÓN		LECTURA		EXPANSIÓN		LECTURA	
			DIAL	mm	mm	%	DIAL	mm	mm	%	DIAL	mm
16/01/2016	18:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17/01/2016	18:00	24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18/01/2016	18:00	48	2.0	0.05	0.04	12.0	0.304	0.259	13.0	0.329	0.281	

ENSAYO CBR									
TIEMPO	PENETRACION		CARGA (Kg/cm ²)	Presion : 10 golpes		Presion : 25 golpes		Presion : 56 golpes	
	m.m.	pulg.		Dial	(Kg/cm ²)	Dial	(Kg/cm ²)	Dial	(Kg/cm ²)
0.30	0.635	0.025		10	2	15	3	43	7.3
1.00	1.270	0.050		24	4	39	7	84	14.2
1.30	1.905	0.075		42	7	82	14	128	21.5
2.00	2.540	0.100	70.31	67	11	124	21	294	49.1
2.30	3.810	0.150		86	14	267	45	457	76.3
3.00	5.080	0.200	105.46	104	17	429	72	534	89.1
3.50	6.350	0.250		193	32	611	102	631	105.3
4.00	7.620	0.300		247	41	814	136	824	137.4
4.50	10.160	0.400		321	54	1024	171	1154	192.4
5.00	12.348	0.500		501	84	1334	222	1747	291.2

DATOS DEL PROYECTO	
TESIS	: Aplicacion del Aditiv o Quimico Conaid para Atenuar la Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera Taucu – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la Ruta Nacional pe – 3na
AUTOR	: Br. DELVA FLOR BADA ALAYO
LUGAR	: DISTR: CHIMBOTE
FECHA	: 09 DE ENERO 2016
DISTRITO	: CHIMBOTE
PROVINCIA	: SANTA
DEPARTAMENTO	: ANCASH
DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL :	AFIRMADO PARA BASE GRANULAR



DENSIDAD MAXIMA (PROCTOR)	
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.30
Humedad Optima %	7.00

COMPACTACION			
Nº GOLPES	10	25	56
C.B.R.(%)	20.0	52.4	93.3
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.065	2.175	2.308

RESUMEN	
C.B.R. al 100% :	93.3
C.B.R. al 95% :	55.0

MUESTRA:**Identificación:** Fracción fina sin aditivo.**Procedencia:** 75% afirmado de cantera y 25% arcilla de cantera.**DATOS DE LOS ESPECÍMENES ENSAYADOS**

Espécimen	# 1	# 2	# 3
<i>Método de preparación y compactación</i>	<i>Húmedo</i>	<i>Húmedo</i>	<i>Húmedo</i>
<i>Condición al momento de ensayarlos</i>	<i>Remojados 04 días</i>		
<i>% de humedad de compactación</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>12</i>
<i>Densidad seca antes de sumergirlos en agua</i>	<i>2,00</i>	<i>1,98</i>	<i>1,98</i>
<i>Compactación en golpes por capa</i>	<i>56</i>	<i>56</i>	<i>56</i>

RESULTADOS

Espécimen	# 1	# 2	# 3
% de expansión con respecto a su altura inicial	3,15	3,04	3,02
C.B.R. corregido a 0,1" de penetración	5	4	4
C.B.R. corregido a 0,2" de penetración	7	6	6
Cantidad de sobrecarga	10 lbs	10 lbs	10 lbs

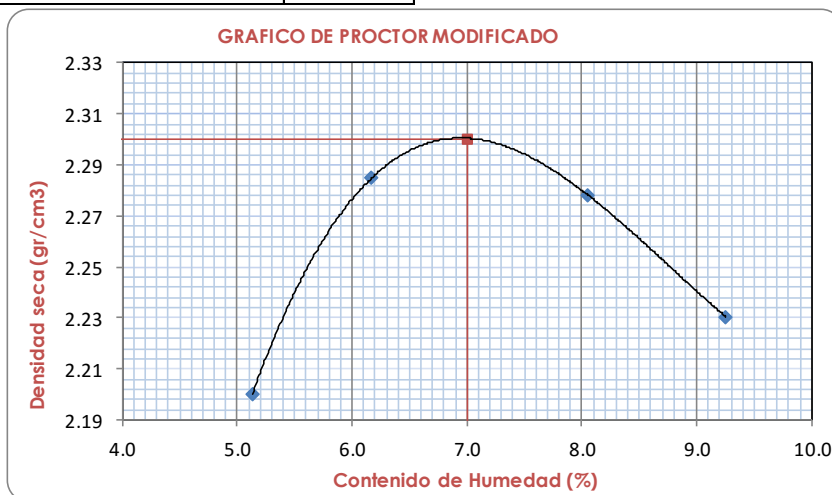
Anexo C - 2

1 L de aditivo en 30 m³ de suelo

DATOS DEL PROYECTO	
TESIS	: Aplicación del Aditivo Químico Conaid para Atenuar la Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera Tauca – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la Ruta Nacional pe – 3na
AUTOR	: Br. DELVA FLOR BADA ALAYO
LUGAR	: DISTR: CHIMBOTE
FECHA	: 09 DE ENERO 2016
DISTRITO	: CHIMBOTE
PROVINCIA	: SANTA
DEPARTAMENTO	: ANCASH
DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL	: AFIRMADO PARA BASE GRANULAR

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115 – 2000, ASTM D 1557)						
Numero de Ensayo	1	2	3	4	5	
Numero de capas	5	5	5	5		
Numero de golpes	56	56	56	56		
Peso suelo + molde (gr.)	11,310	11,540	11,614	11,563		
Peso molde (gr.)	6,570	6,570	6,570	6,570		
Peso suelo compactado (gr.)	4,740	4,970	5,044	4,993		
Volumen del molde (cm ³)	2,049	2,049	2,049	2,049		
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.313	2.426	2.462	2.437		
CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA						
Tara N°	11	10	1	3		
Tara + suelo húmedo (gr.)	105.69	137.52	101.68	161.82		
Tara + suelo seco (gr.)	101.89	131.01	96.20	150.41		
Peso de agua (gr.)	3.80	6.51	5.48	11.41		
Peso de tara (gr.)	27.85	25.45	28.14	27.12		
Peso de suelo seco (gr.)	74.04	105.56	68.06	123.29		
Humedad (%)	5.13	6.17	8.05	9.25		
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.200	2.285	2.278	2.230		

Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	: 2.30
Óptimo Contenido de Humedad (%)	: 7.0



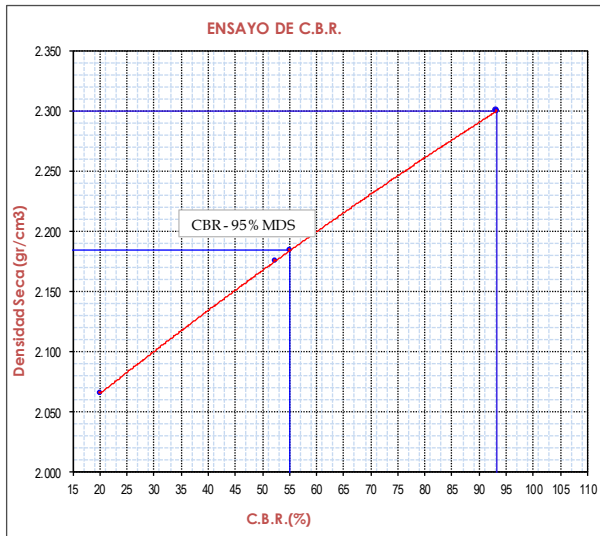
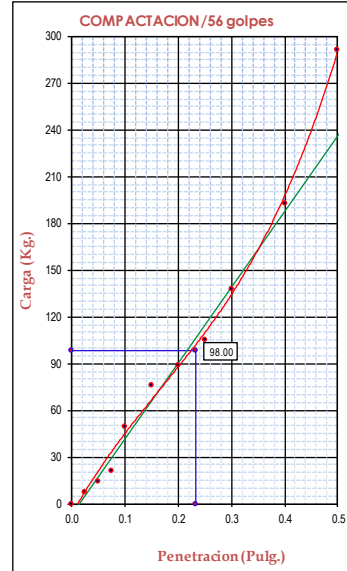
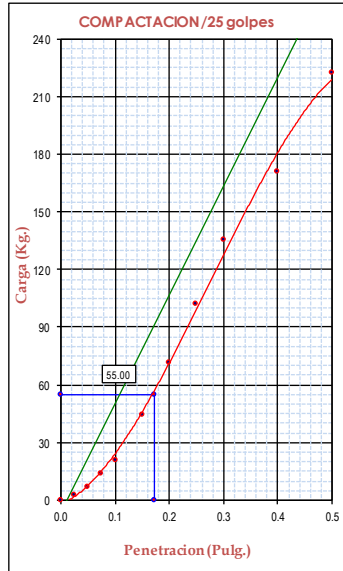
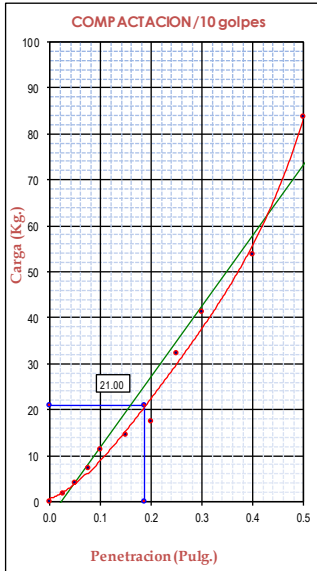
DATOS DEL PROYECTO	
TESIS	: Aplicacion del Aditivo Químico Conaid para Atenuar la Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera Taucá – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la Ruta Nacional pe – 3na
AUTOR	: Br. DELVA FLOR BADA ALAYO DISTRITO : CHIMBOTE
LUGAR	: DISTR: CHIMBOTE PROVINCIA : SANTA
FECHA	: 09 DE ENERO 2016 DEPARTAMENTO : ANCASH
DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL :	AFIRMADO PARA BASE GRANULAR

ENSAYO DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) (NORMA AASHTO T - 193, ASTM D 1883)						
COMPACTACION						
Molde N°	1		2		3	
N° de Capas	5		5		5	
N° de Golpes	10		25		56	
Condicion de la Muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13063.0		13232.0		13789.0	
Peso de molde (g)	8538.0		8465.0		8732.0	
Volumen del molde (cm ³)	2049.0		2049.0		2049.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4525.0		4767.0		5057.0	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.208		2.327		2.468	
HUMEDAS (%)	6.9		7.0		7.0	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.065		2.175		2.308	
HUMEDAD						
TARA N°	1		1		1	
Tara + Peso suelo húmedo (g)	103.8		103.6		112.8	
Tara + Peso suelo seco (g)	98.9		98.6		107.3	
Peso de agua (g)	4.9		5.0		5.5	
Peso de tara (g)	27.8		27.0		27.6	
Peso de suelo seco (g)	71.0		71.6		79.7	
Contenido de humedad (%)	6.9		7.0		7.0	

EXPANSION												
FECHA	HORA	TIEMPO HRS.	LECTURA		EXPANSIÓN		LECTURA		EXPANSIÓN		LECTURA	
			DIAL	mm	mm	%	DIAL	mm	mm	%	DIAL	mm
16/01/2016	18:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17/01/2016	18:00	24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18/01/2016	18:00	48	2.0	0.05	0.04	12.0	0.304	0.259	13.0	0.329	0.281	

ENSAYO CBR									
TIEMPO	PENETRACION		CARGA (Kg/cm ²)	Presion : 10 golpes		Presion : 25 golpes		Presion : 56 golpes	
	m.m.	pulg.		Dial	(Kg/cm ²)	Dial	(Kg/cm ²)	Dial	(Kg/cm ²)
0.30	0.635	0.025		10	2	15	3	43	7.3
1.00	1.270	0.050		24	4	39	7	84	14.2
1.30	1.905	0.075		42	7	82	14	128	21.5
2.00	2.540	0.100	70.31	67	11	124	21	294	49.1
2.30	3.810	0.150		86	14	267	45	457	76.3
3.00	5.080	0.200	105.46	104	17	429	72	534	89.1
3.50	6.350	0.250		193	32	611	102	631	105.3
4.00	7.620	0.300		247	41	814	136	824	137.4
4.50	10.160	0.400		321	54	1024	171	1154	192.4
5.00	12.348	0.500		501	84	1334	222	1747	291.2

DATOS DEL PROYECTO	
TESIS	: Aplicacion del Aditivo Quimico Conaid para Atenuar la Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera Taucu – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la Ruta Nacional pe – 3na
AUTOR	: Br. DELVA FLOR BADA ALAYO DISTRITO : CHIMBOTE
LUGAR	: DISTR: CHIMBOTE PROVINCIA : SANTA
FECHA	: 09 DE ENERO 2016 DEPARTAMENTO : ANCASH
DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL :	AFIRMADO PARA BASE GRANULAR



DENSIDAD MAXIMA (PROCTOR)	
Densidad Seca (gr/cm3)	2.30
Humedad Optima %	7.00

COMPACTACION			
Nº GOLPES	10	25	56
C.B.R.(%)	20.0	52.4	93.3
Densidad Seca (gr/cm3)	2.065	2.175	2.308

RESUMEN	
C.B.R. al 100% :	93.3
C.B.R. al 95% :	55.0

MUESTRA:**Identificación:** Fracción fina sin aditivo.**Procedencia:** 75% afirmado de cantera y 25% arcilla de cantera.**DATOS DE LOS ESPECÍMENES ENSAYADOS**

Espécimen	# 1	# 2	# 3
<i>Método de preparación y compactación</i>	<i>Húmedo</i>	<i>Húmedo</i>	<i>Húmedo</i>
<i>Condición al momento de ensayarlos</i>	<i>Remojados 04 días</i>		
<i>% de humedad de compactación</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>12</i>
<i>Densidad seca antes de sumergirlos en agua</i>	<i>2,00</i>	<i>1,98</i>	<i>1,98</i>
<i>Compactación en golpes por capa</i>	<i>56</i>	<i>56</i>	<i>56</i>

RESULTADOS

Espécimen	# 1	# 2	# 3
% de expansión con respecto a su altura inicial	3,15	3,04	3,02
C.B.R. corregido a 0,1" de penetración	5	4	4
C.B.R. corregido a 0,2" de penetración	7	6	6
Cantidad de sobrecarga	10 lbs	10 lbs	10 lbs

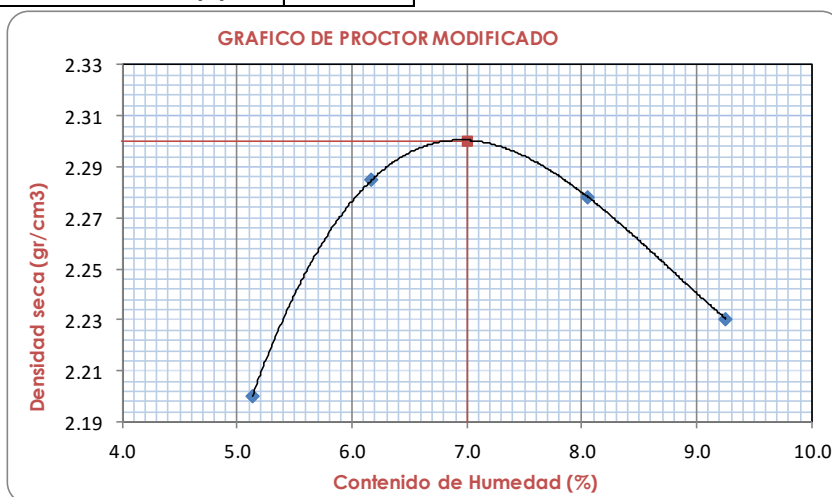
Anexo C - 3

1.5 L de aditivo en 30 m³ de suelo

DATOS DEL PROYECTO	
TESIS	: Aplicación del Aditivo Químico Conaid para Atenuar la Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera Tauca – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la Ruta Nacional pe – 3na
AUTOR	: Br. DELVA FLOR BADA ALAYO
LUGAR	: DISTR: CHIMBOTE
FECHA	: 09 DE ENERO 2016
DISTRITO	: CHIMBOTE
PROVINCIA	: SANTA
DEPARTAMENTO	: ANCASH
DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL	: AFIRMADO PARA BASE GRANULAR

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115 – 2000, ASTM D 1557)						
Numero de Ensayo	1	2	3	4	5	
Numero de capas	5	5	5	5		
Numero de golpes	56	56	56	56		
Peso suelo + molde (gr.)	11,310	11,540	11,614	11,563		
Peso molde (gr.)	6,570	6,570	6,570	6,570		
Peso suelo compactado (gr.)	4,740	4,970	5,044	4,993		
Volumen del molde (cm ³)	2,049	2,049	2,049	2,049		
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.313	2.426	2.462	2.437		
CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA						
Tara N°	11	10	1	3		
Tara + suelo húmedo (gr.)	105.69	137.52	101.68	161.82		
Tara + suelo seco (gr.)	101.89	131.01	96.20	150.41		
Peso de agua (gr.)	3.80	6.51	5.48	11.41		
Peso de tara (gr.)	27.85	25.45	28.14	27.12		
Peso de suelo seco (gr.)	74.04	105.56	68.06	123.29		
Humedad (%)	5.13	6.17	8.05	9.25		
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.200	2.285	2.278	2.230		

Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	: 2.30
Óptimo Contenido de Humedad (%)	: 7.0



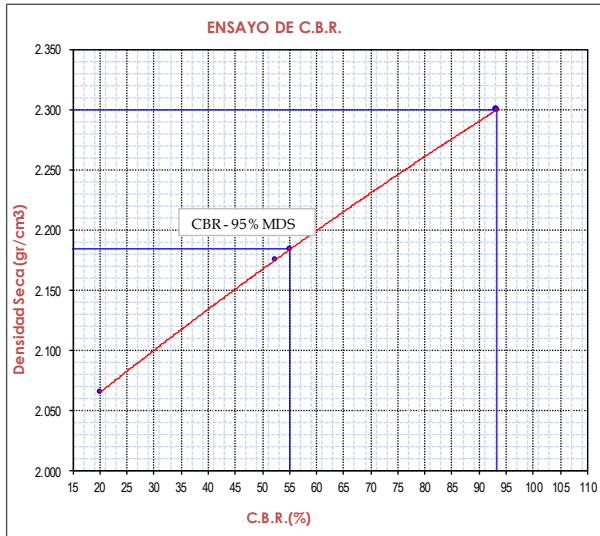
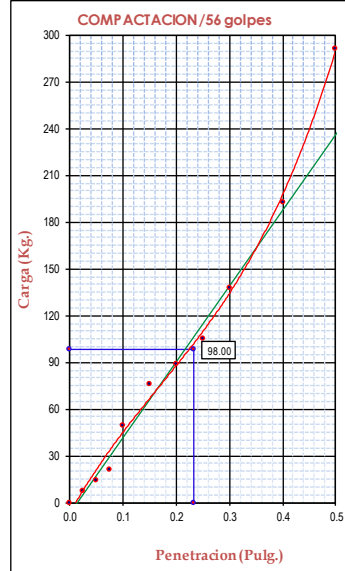
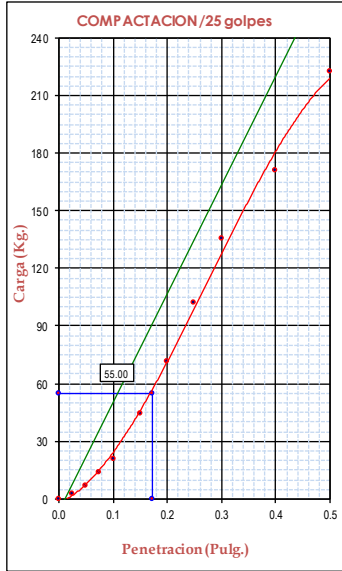
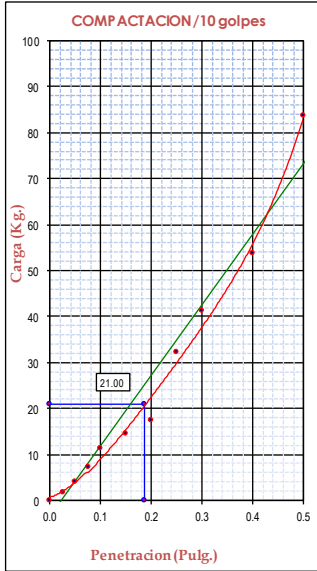
DATOS DEL PROYECTO	
TESIS	: Aplicacion del Aditivo Químico Conaid para Atenuar la Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera Tauca – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la Ruta Nacional pe – 3na
AUTOR	: Br. DELVA FLOR BADA ALAYO DISTRITO : CHIMBOTE
LUGAR	: DISTR: CHIMBOTE PROVINCIA : SANTA
FECHA	: 09 DE ENERO 2016 DEPARTAMENTO : ANCASH
DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL :	AFIRMADO PARA BASE GRANULAR

ENSAYO DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) (NORMA AASHTO T - 193, ASTM D 1883)						
COMPACTACION						
Molde N°	1		2		3	
N° de Capas	5		5		5	
N° de Golpes	10		25		56	
Condicion de la Muestra	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13063.0		13232.0		13789.0	
Peso de molde (g)	8538.0		8465.0		8732.0	
Volumen del molde (cm ³)	2049.0		2049.0		2049.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4525.0		4767.0		5057.0	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.208		2.327		2.468	
HUMEDAS (%)	6.9		7.0		7.0	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.065		2.175		2.308	
HUMEDAD						
TARA N°	1		1		1	
Tara + Peso suelo húmedo (g)	103.8		103.6		112.8	
Tara + Peso suelo seco (g)	98.9		98.6		107.3	
Peso de agua (g)	4.9		5.0		5.5	
Peso de tara (g)	27.8		27.0		27.6	
Peso de suelo seco (g)	71.0		71.6		79.7	
Contenido de humedad (%)	6.9		7.0		7.0	

EXPANSION												
FECHA	HORA	TIEMPO HRS.	LECTURA		EXPANSIÓN		LECTURA		EXPANSIÓN		LECTURA	
			DIAL	mm	mm	%	DIAL	mm	mm	%	DIAL	mm
16/01/2016	18:00	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17/01/2016	18:00	24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18/01/2016	18:00	48	2.0	0.05	0.04	12.0	0.304	0.259	13.0	0.329	0.281	

ENSAYO CBR									
TIEMPO	PENETRACION		CARGA (Kg/cm ²)	Presion : 10 golpes		Presion : 25 golpes		Presion : 56 golpes	
	m.m.	pulg.		Dial	(Kg/cm ²)	Dial	(Kg/cm ²)	Dial	(Kg/cm ²)
0.30	0.635	0.025		10	2	15	3	43	7.3
1.00	1.270	0.050		24	4	39	7	84	14.2
1.30	1.905	0.075		42	7	82	14	128	21.5
2.00	2.540	0.100	70.31	67	11	124	21	294	49.1
2.30	3.810	0.150		86	14	267	45	457	76.3
3.00	5.080	0.200	105.46	104	17	429	72	534	89.1
3.50	6.350	0.250		193	32	611	102	631	105.3
4.00	7.620	0.300		247	41	814	136	824	137.4
4.50	10.160	0.400		321	54	1024	171	1154	192.4
5.00	12.348	0.500		501	84	1334	222	1747	291.2

DATOS DEL PROYECTO	
TESIS	: Aplicacion del Aditivo Quimico Conaid para Atenuar la Plasticidad del Material Granular del Tramo de la Carretera Taucu – Bambas (km73 + 514 – km132 + 537) de la Ruta Nacional pe – 3na
AUTOR	: Br. DELVA FLOR BADA ALAYO
LUGAR	: DISTR: CHIMBOTE
FECHA	: 09 DE ENERO 2016
DISTRITO	: CHIMBOTE
PROVINCIA	: SANTA
DEPARTAMENTO	: ANCASH
DATOS DE LA MUESTRA	
MATERIAL :	AFIRMADO PARA BASE GRANULAR



DENSIDAD MAXIMA (PROCTOR)	
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.30
Humedad Optima %	7.00

COMPACTACION			
Nº GOLPES	10	25	56
C.B.R.(%)	20.0	52.4	93.3
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.065	2.175	2.308

RESUMEN	
C.B.R. al 100% :	93.3
C.B.R. al 95% :	55.0

MUESTRA:**Identificación:** Fracción fina sin aditivo.**Procedencia:** 75% afirmado de cantera y 25% arcilla de cantera.**DATOS DE LOS ESPECÍMENES ENSAYADOS**

Espécimen	# 1	# 2	# 3
<i>Método de preparación y compactación</i>	<i>Húmedo</i>	<i>Húmedo</i>	<i>Húmedo</i>
<i>Condición al momento de ensayarlos</i>	<i>Remojados 04 días</i>		
<i>% de humedad de compactación</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>12</i>
<i>Densidad seca antes de sumergirlos en agua</i>	<i>2,00</i>	<i>2,00</i>	<i>2,00</i>
<i>Compactación en golpes por capa</i>	<i>56</i>	<i>56</i>	<i>56</i>

RESULTADOS

Espécimen	# 1	# 2	# 3
% de expansión con respecto a su altura inicial	4,07	4,05	-----
C.B.R. corregido a 0,1" de penetración	6	9	4
C.B.R. corregido a 0,2" de penetración	9	12	6
Cantidad de sobrecarga	10 lbs	10 lbs	10 lbs

Fotos



Foto 1: Proceso de conformación de zonas donde se aplicara el material con aditivo.



Foto 2: Aplicación el material con aditivo conaid.

Adición del aditivo



Foto 3: Medición del aditivo conaid al material.

Tamizado del afirmado y de la arcilla



Foto 4: Tamizado del afirmado y de la arcilla



Foto 5: Cuarteado del material para realizar el tamizado



Foto 26: Proceso de mezclado y homogenizado.