



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**Sub base y base tratada con incorporación de cemento portland tipo I, en  
carretera Cállic Luya Lamud, Chachapoyas – Amazonas 2018.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
CIVIL**

**AUTORES:**

Félix Juan Vásquez Valderrama

Nilger Nicolás Manrique López

**ASESOR:**


Mg. Luis Humberto Diaz Huiza

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

Lima – Perú

2018

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F07-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 114 de 120

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a), **VASQUEZ VALDERRAMA, FELIX JUAN**

Cuyo título es: **“SUB BASE Y BASE TRATADA CON INCORPORACIÓN DE CEMENTO PORTLAND TIPO I, EN CARRETERA CÁCLIC LUYA LAMUD, CHACHAPOYAS - AMAZONAS 2018.”**


Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **14 (número) CATORCE (letras)**.

Lima, San Juan de Lurigancho, 15 de Diciembre de 2018

  
 .....


Dra. Ing. GARCIA ALVAREZ MARIA YSABEL

PRESIDENTE

  
 .....

Mgtr. Ing. RODRIGUEZ SOLIS CARMEN BEATRIZ

SECRETARIO

  
 .....

Ing. DE LA CRUZ HERRERA ANDRES EDUARDO

VOCAL

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

### **Dedicatoria**

A Dios por bendecir cada una de nuestras decisiones.

A nuestras familias que son la principal motivación y soporte para nuestra superación profesional.

### **Agradecimientos**

Al Mg. Luis Humberto Diaz Huiza por guiar la presente investigación y a toda la plana docente de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo.



### **Declaratoria de autenticidad**

Nosotros, Félix Juan Vásquez Valderrama, con DNI 43620917 y Nilger Nicolás Manrique López, con DNI: 09894910, estudiantes de la Escuela de Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, con la tesis titulada “Sub base y base tratada con incorporación de cemento portland tipo I, en carretera Cállic Luya Lamud, Chachapoyas – Amazonas 2018”, declaramos bajo juramento lo siguiente:

- 1) La tesis es, completamente, de nuestra autoría.
- 2) Hemos aplicado las normas internacionales de citas textuales y referencias bibliográficas para consultar las Fuentes necesarias. En consecuencia, la tesis no es plagiada en absoluto.
- 3) La tesis no está auto plagiada; o sea, no fue publicada ni presentada previamente para conseguir otro grado académico o título profesional.
- 4) Las oraciones que aparecen como conclusiones son originales, ya que no resultan falseadas ni imitadas. Así que, los aportes académicos finales del trabajo contribuirán al ámbito investigado.

Si se encuentra infracción de engaño con información incorrecta, plagio o datos que no se han citado con sus respectivos autores, auto plagio (pretender que el trabajo se presenta por primera vez cuando se ha expuesto con anterioridad), piratería (el empleo ilícito de investigaciones de otra persona) o falsificación (la muestra apócrifa de los planteamientos de un escritor diferente), aceptamos los efectos y castigos que de nuestro proceder se designen. Así, nos subyugamos al reglamento actual de la Universidad César Vallejo.

Lima, 09 de Octubre de 2018.



Félix Juan Vásquez Valderrama  
DNI 43620917



Nilger Nicolás Manrique López  
DNI 09894910

## **Presentación**

Señores integrantes del jurado calificador:

Declarando la obediencia de las órdenes del Reglamento de Grados y Títulos para la elaboración y la sustentación de la Tesis en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, con el fin de obtener el título de Ingeniero Civil, presentamos la tesis titulada “Sub base y base tratada con incorporación de cemento portland tipo I, en carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas – Amazonas 2018”. La investigación tiene el propósito de determinar la influencia del cemento portland tipo I, en la sub base y base granular del pavimento de la carretera.

El presente consta de siete capítulos. Donde, en el primero, se encuentra la introducción, se explican los antecedentes, el marco teórico de las variables, la justificación, la realidad problemática, la enunciación de problemas, y la delimitación de los objetivos y las hipótesis. El segundo capítulo, llamado método, abarca el diseño de investigación, la operacionalización de las variables, la población, la muestra y el muestreo, las técnicas y los instrumentos de adquisición y de análisis de datos. El tercer capítulo consta de los resultados. En el cuarto capítulo, se plantea la discusión. En el quinto capítulo, se plasma las conclusiones. En el sexto capítulo, se consolidan las recomendaciones. En el séptimo capítulo, se manifiestan las referencias bibliográficas y, al final, los anexos.

Esperamos, señores del jurado, que esta tesis satisfaga las demandas instauradas por la Universidad Cesar Vallejo para que consiga su aprobación.

Los Autores.

## Índice

Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Presentación	vi
Índice	vii
Lista de tablas	ix
Lista de figuras	xi
Resumen	xii
Abstract	13
I. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Realidad problemática	15
1.2. Trabajos Previos	16
1.3. Teorías relacionadas al tema	20
1.4. Formulación de problema	34
1.5. Justificación del estudio	34
1.6. Hipótesis	35
1.7. Objetivos	36
II. MÉTODO	37
2.1. Diseño de investigación	38
2.2. Variables, operacionalización	38
2.3. Población y muestra	42
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	43
2.5. Método de análisis de datos	46
2.6. Aspectos éticos	46
III. RESULTADOS	47
IV. DISCUSIÓN	88
V. CONCLUSIONES	91
VI. RECOMENDACIONES	93

VII. REFERENCIAS

95

VIII. ANEXOS

99

### Lista de tablas

Tabla 1.	Dosificación de cemento en la sub base y base de los pavimentos	24
Tabla 2.	Requerimientos Granulométricos para subbase Granular	28
Tabla 3.	Requerimientos de ensayos especiales para Subbase Granular	28
Tabla 4.	Requerimientos Granulométricos para base Granular	29
Tabla 5.	Requerimientos de ensayos, para base Granular	30
Tabla 6.	Requerimientos de ensayos especiales, para agregado grueso de base Granular	30
Tabla 7.	Requerimientos de ensayos especiales, para agregado fino de base Granular	31
Tabla 8.	Métodos a utilizar para el ensayo de Proctor modificado	32
Tabla 9.	Valores de CBR mínimo	33
Tabla 10.	Matriz de operacionalización de variable independiente	40
Tabla 11.	Matriz de operacionalización de variable dependiente	41
Tabla 12.	Técnica de recolección de datos	43
Tabla 13.	Instrumentos de recolección de datos	44
Tabla 14.	Confiabilidad de instrumentos (certificados de calibración)	45
Tabla 15.	Granulometría en plataforma (Sub base)	48
Tabla 16.	Densidad seca y optimo contenido de humedad (Sub base)	49
Tabla 17.	CBR – Compactación (Sub base)	50
Tabla 18.	CBR – Penetración (Sub base)	51
Tabla 19.	Granulometría en plataforma (Base)	53
Tabla 20.	Densidad seca y optimo contenido de humedad (Base)	54
Tabla 21.	CBR – Compactación (Base)	55
Tabla 22.	CBR – Penetración (Base)	56
Tabla 23.	Densidad seca y optimo contenido de humedad (Sub base + 0.5% de Cemento)	58

Tabla 24. CBR – Compactación (Sub base + 0.5% de Cemento)	59
Tabla 25. CBR – Penetración (Sub base + 0.5% de Cemento)	60
Tabla 26. Densidad seca y óptimo contenido de humedad (Sub base + 1.0% de Cemento)	62
Tabla 27. CBR – Compactación (Sub base + 1.0% de Cemento)	63
Tabla 28. CBR – Penetración (Sub base + 1.0% de Cemento)	64
Tabla 29. Densidad seca y óptimo contenido de humedad (Sub base + 1.5% de Cemento)	66
Tabla 30. CBR – Compactación (Sub base + 1.5% de Cemento)	67
Tabla 31. CBR – Penetración (Sub base + 1.5% de Cemento)	68
Tabla 32. Densidad seca y óptimo contenido de humedad (Base + 0.5% de Cemento)	70
Tabla 33. CBR – Compactación (Base + 0.5% de Cemento)	71
Tabla 34. CBR – Penetración (Base + 0.5% de Cemento)	72
Tabla 35. Densidad seca y óptimo contenido de humedad (Base + 1.0% de Cemento)	74
Tabla 36. CBR – Compactación (Base + 1.0% de Cemento)	75
Tabla 37. CBR – Penetración (Base + 1.0% de Cemento)	76
Tabla 38. Densidad seca y óptimo contenido de humedad (Base + 1.5% de Cemento)	78
Tabla 39. CBR – Compactación (Base + 1.5% de Cemento)	79
Tabla 40. CBR – Penetración (Base + 1.5% de Cemento)	81
Tabla 41. Diseño de paquete estructural de pavimento del expediente técnico	83
Tabla 42. Diseño del nuevo paquete estructural de pavimento (óptimo)	84
Tabla 43. Comparación de costos (Expediente técnico vs. propuesta)	85

**Lista de figuras**

Figura 1. Estructura de pavimento	25
Figura 2. Curva granulométrica (Sub base)	48
Figura 3. Curva de compactación (Sub base)	50
Figura 4. Curva de C.B.R. (Sub base)	52
Figura 5. Curva granulométrica (Sub base)	53
Figura 6. Curva de compactación (Base)	55
Figura 7. Curva de C.B.R. (Base)	57
Figura 8. Curva de compactación (Sub base + 0.5% de Cemento)	59
Figura 9. Curva de C.B.R. (Sub base + 0.5% de Cemento)	61
Figura 10. Curva de compactación (Sub base + 1.0% de Cemento)	63
Figura 11. Curva de C.B.R. (Sub base + 1.0% de Cemento)	65
Figura 12. Curva de compactación (Sub base + 1.5% de Cemento)	67
Figura 13. Curva de C.B.R. (Sub base + 1.5% de Cemento)	69
Figura 14. Curva de compactación (Base + 0.5% de Cemento)	71
Figura 15. Curva de C.B.R. (Base + 0.5% de Cemento)	73
Figura 16. Curva de compactación (Base + 1.0% de Cemento)	75
Figura 17. Curva de C.B.R. (Base + 1.0% de Cemento)	77
Figura 18. Curva de compactación (Base + 1.5% de Cemento)	79
Figura 19. Curva de C.B.R. (Base + 1.5% de Cemento)	82

## Resumen

La siguiente tesis se presenta bajo los lineamientos de una investigación de diseño de infraestructura vial. El propósito de este fue determinar la influencia, de la incorporación del cemento portland tipo I, en el aporte estructural de la sub base y base del pavimento, de la carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018.

La misma fue de tipo básica, de diseño experimental, transversal, pues se manipuló la variable sub base y base granular para determinar la influencia del cemento portland tipo I. La población estuvo conformada por 56 muestras de material granular colocadas en el punto de acopio. La muestra estuvo conformada por el total de la población. La técnica que se empleó para la recopilación de información fue los métodos y procedimientos de los ensayos de laboratorios, establecidos en el Manual de Ensayos de Materiales (2016) y el instrumento usado como fueron los equipos de laboratorios.

Los resultados obtenidos determinaron que existe influencia, de la incorporación este tipo de cemento, en el aporte estructural de la sub base y base del pavimento, de la carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018, mediante la reducción del 37.30% de extracción de material granular de cantera y una reducción del 27.00% del presupuesto de las partidas vinculantes.

*Palabras claves:* Sub base granular, base granular, adición de cemento, aporte estructural de pavimento.



### **Abstract**

The following thesis is presented under the guidelines of a research on road infrastructure design. The purpose of this was to determine the influence, of the incorporation of Portland cement type I, on the structural contribution of the sub base and pavement base, of the road Cállic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018.

The same was of a basic type, of experimental design, transverse, as the sub base variable and granular base were manipulated to determine the influence of Portland cement type I. The population consisted of 56 granular material samples placed at the collection point. The sample consisted of the total population. The technique used for the collection of information was the methods and procedures of laboratory tests, as set out in the Materials Testing Manual (2016) and the instrument used for data collection were the laboratory equipment.

The results obtained determined that there is influence, from the incorporation of Portland cement type I, in the structural contribution of the sub base and pavement base, of the road Cállic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018, by reducing 37.30% extraction of granular material from quarry and a 27.00% reduction in the budget of binding items.

*Keywords:* Granular sub base, granular base, cement addition, structural contribution of pavement.

# **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad problemática**

En cuanto al espacio internacional se refiere, el Instituto Mexicano del Transporte (2002), manifiesta que uno de los factores más importantes que caracterizan el desarrollo de una buena pavimentación es la deformación permanente que atraviesan mediante el sometimiento de la cargas cíclicas, siendo este factor quizás el más importante a considerar, ya que se tiene como referencia que la mayoría de los pavimentos llegan a la falla debido al grado de deformación que han sufrido, disminuyendo su calidad de servicio a niveles de rechazo; por ello, se debe resaltar que en la determinación de las características de deformación permanente a la hora de evaluar los materiales de la pavimentación. De igual forma, uno de los resultados de deterioro más fuertemente asociada a los mecanismos de falla de los pavimentos flexibles es la formación de roderas, las cuales se generan por la acumulación de deformación permanente en la superficie, que puede, en principio, incluir contribuciones de todas las capas del pavimento.

Asimismo, podemos mencionar que en Costa Rica se publicó en el Boletín Técnico del Programa de Infraestructura del Transporte (Arce Jiménez, M., 2012), donde indican que el agrietamiento por retracción y temperatura en los materiales utilizados en la estructura del pavimento, se da principalmente por las resistencias inferiores a 2.00 MPa, por ello existe la necesidad de mejorar dicha estructura, a nivel de diseño y de calidad de materiales, principalmente optimizar la resistencia al esfuerzo cortante, respetando los valores que exige la normativa nacional e internacional.

En el Perú, el Gobierno, ha tratado de implementar un sistema vial más óptimo mediante el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, donde implementan proyectos a partir del año 2007, titulado este como “Proyecto Peru”, para ello varios de miles de km de carretera en la actualidad cuentan con la finalidad de lograr que empresas privadas estén bajo la supervisión de dicho Ministerio. En referencia a esto, se intentó aumentar la vida útil de las carreteras para poder optimizar el orden y así suministrar la transitabilidad de ella todos los días del año contando con el apoyo de las empresas privadas bajo los criterios y supervisiones del Ministerio; sin embargo, existen indicios del deficiente diseño en la estructura del pavimento, en las diferentes carreteras, considerando las diferentes patologías del pavimento que presenta las carreteras a lo largo y ancho del país.

La provincia de Chachapoyas no es la excepción, según lo indicado por Tapia, L. y Bautista, R. (2015), donde mencionan que las condiciones en las que se encuentran las vías de comunicación, de dicha provincia, no permite que el flujo de vehículos debido a los daños existentes en varios lugares de las vías, donde los factores climáticos y fenómenos naturales son los que más han influido en el constante deterioro de las mismas.

## **1.2. Trabajos Previos**

Un aporte importante es el de Alfaro, J. (2015) “Análisis experimental de las Variables Mecánicas que Definen el Comportamiento de las Bases Estabilizadas para Carreteras ante Cargas de Fatiga.” Trabajo de titulación para optar el grado de Licenciado en Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica. En esta investigación tuvieron como objetivo el determinar y cuantificar a través de ensayos de laboratorio, características físicas de las bases estabilizadas con lo cual diferencian al material de los pavimentos en cuanto a futuros agrietamientos debido a cargas cíclicas. Para ello, se realizaron siguiendo los comportamientos de dos tipos de cementos y tres dosificaciones, usando ensayos de módulo de ruptura y los resultados en cuanto a la resistencia a compresión entre un rango de 7 a 28 días del curado. Además, se evaluó el comportamiento de bases estabilizadas ante cargas de fatiga, a través de la comparación de la respuesta mecánica usando cemento UG y MP-BH. Así mismo, se determinó el módulo de ruptura en tensión para las muestras tomadas de forma tal que se pueda adquirir la resistencia a compresión para cilindros con BEC, usando el método de ensayo ASTM C593 para fallas luego de ocurridos los días mencionados y más allá de ellos para así poder concluir en la relación que existe entre la capacidad de resistir la compresión simple y el módulo de ruptura mediante los resultados obtenidos.

En este sentido, el autor concluye lo siguiente: En el proceso de fabricación de vigas, se demostró ser apropiado y uniforme, siempre y cuando, el proceso de mezcla y compactación sea validado y las condiciones de realización se conserven constantes mediante la manufactura.

Así mismo, el autor de la investigación precedente, describe que existe un aumento en la capacidad de resistir la compresión inconfiada, mediante a la añadidura de cemento, es lineal y es igual para los dos tipos de cemento, por otro lado, el cemento UG, exhibe mayor incremento de resistencia con pequeñas cantidades de cemento, por lo cual proviene la intersección de las ecuaciones, la cual sea mucho mayor en el caso del cemento UG, respecto al cemento MP-BH. Debido a esto, la capacidad de resistir la compresión debida a la edad posee un patrón donde en la mayoría de los casos, se estima que, para bajas dosis de cemento, tiende a ser lineal. Por lo tanto, concluye que la variación entre las muestras refleja un posible error ya que fueron controladas siguiendo los métodos comunes, sin embargo, la granulometría podría necesitar presentarse de forma más exigente a la hora de realizar la mezcla.

Tenemos el aporte de Ovalle, E. (2014) “Estabilidad química de los bordes de un terraplén erosionados por escorrentías”. En su trabajo para optar al título de Ingeniero Civil en Obras Civiles, Universidad Austral de Chile. Donde el objetivo fue garantizar las características químicas del material de los taludes seleccionados, usando aditivos que mejoren la durabilidad y las propiedades del mismo. Para ello, se observó que el material cumplió con los requerimientos para la obtención de una óptima cantidad estabilizante. En esta investigación, el autor concluye que el material seleccionado fuer arena limosa, sin plasticidad y de un comportamiento adecuado para una capacidad de soporte. Además, presento poca cohesión y una susceptibilidad a la erosión. De igual forma, describen que los aditivos más apropiados para un análisis de estabilización, serian el cemento portland y la emulsión asfáltica catiónica de quiebre lento, donde al aplicar el cemento la dosificación del 4% del material es seco, mientras que para la emulsión asfáltica es solo necesario un 2%.

Por otro lado, se tiene el estudio de Cedeño, D. (2013) “La estabilidad de suelos con enzima en la sub-rasante de la avenida quitumbe- ñan, Quito”, para designar el título como Ingeniero Civil, en la Universidad Central de Ecuador. Donde la finalidad se centró en lograr que las características físico – mecánicas que posee el suelo para vías mejoraran a través de la fundación matriz arcillosa o limosa, usando estabilizantes en la base de enzimas organizas. Para ello, se realizado mezclas donde la presencia de enzimas organizas, emulsión asfáltica y cemento fueran de  $1.00 \text{ l/cm}^3$ , 8% del peso seco y 9% del

peso seco, respectivamente. En este sentido, los resultados establecieron que la adición de cemento es la mejor forma, ya que cumple con el rango en la normativa nacional de Ecuador, siendo este el valor de CBR de 15.8%. Asimismo, el autor propone que el espesor para la mejoría de la sub rasante de cemento sea de 20cm, considerando las solicitaciones de la demanda vehicular.

También se tiene el estudio desarrollada por Velarde, A. (2015) “Aplicación de la metodología de superficie de respuesta en la determinación de la resistencia a la compresión simple de suelos arcillosos estabilizados con cal y cemento”. Trabajo para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional del Altiplano – Puno – Perú. El objeto principal de la tesis fue hallar la máxima resistencia a la compresión simple de suelos arcillosos estabilizados con cal y cemento aplicando la metodología de superficie de respuesta, para lo cual el autor aplicó el diseño de composición rotatable central, el cual los parámetros para analizar fueron la cal y el cemento, permitiendo estimar las capacidades de resistir la compresión simple para calcular los óptimos factores de cal y cemento y mediante el análisis matemático determinó la máxima resistencia a la compresión simple.

Los resultados que obtuvo el autor, mencionado en el párrafo anterior, fueron: a través de la capacidad de resistir la compresión simple, donde reflejo una combinación óptima para los factores estabilizantes en los tres estudios, teniendo; para la primera evaluación, con una resistencia de fuerza compresiva simple máxima  $44.79 \text{ kg/cm}^2$ . Para el segundo análisis: una resistencia de  $55.97 \text{ kg/cm}^2$  y para el tercer punto: combinación óptima de los factores estabilizantes, teniendo una capacidad a la compresión simple máxima de  $31.79 \text{ kg/cm}^2$ , con lo cual el autor concluye que los resultados de la investigación fueron satisfactorios, ya que en la región propuesta es factible establecer los porcentajes óptimos de cal y cemento para lograr obtener valores de la resistencia a la compresión simple elevados.

Asimismo, se halló el aporte de Herrera, R. (2014), titulado “Efecto como Estabilizante que posee el tipo I del cemento Portland, en el material granular extraído en la Cantera El Guitarrero para pavimentos rígidos”. Trabajo presentado para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Cajamarca – Perú. Teniendo como finalidad principal de analizar en que afecta el cemento de este tipo, en las propiedades

como físicas y mecánicas del material extraído, para así la fabricación de bases de pavimentos rígidos, además también se verifico el efecto del dicho cemento en las propiedades de la base de este material, como el índice de plasticidad, máxima densidad seca y capacidad de soporte (C.B.R).

De la investigación indicada en el párrafo anterior, la autora concluye que el Cemento Portland Tipo I, no aplico ningún efecto en la plasticidad del material granular, ya que el mismo es un suelo no plástico y el límite líquido disminuyó respecto al material en estado natural. Asimismo, este en 1% de adición de granos de este, amplió la densidad seca a un máximo y a su vez, con 2% de adición, aumentó la máxima densidad seca, en cuanto al estado natural del material se refiere. De igual forma, el contenido de humedad disminuyó al añadir una pequeña porción de cemento. En referencia a esto, se establece que este tipo de cemento aumenta el valor del CBR al 100%, por lo cual, ya que este aumento es lineal, se dice que no es útil ya que no sigue los resultados esperados.

Por otro lado, se cuenta con el trabajo de investigación: “Diseño de los Pavimentos de la Nueva Carretera Panamericana Norte” de Rengifo, K. (2014), de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Este tiene como fin ejecutar un diseño para el pavimento de un tramo de dicha carretera, para lo cual se diseñará teniendo en consideración los pavimentos flexibles y rígidos como estudio, usando la metodología de AASHTO y la del Instituto del Asfalto, donde luego se comparan dichos valores para seleccionar el resultado más óptimo. En referencia a esto, la autora establece que el Índice Medio Diario Anual conseguido a partir de los datos proporcionados por el Ministerio la cantidad de vehículos por día para el pavimento rígido es mucho mayor en comparación al diseñado originalmente. No obstante, es importante resaltar que con el pasar del tiempo el grado de crecimiento del tráfico considerado puede ser mayor en consecuencia al avance constante y a las nuevas demandas de transporte.

Por otro lado, en esta investigación, uno de los resultados fue el material de la subrasante, donde se determinó según AASHTO, ser arcilla de baja plasticidad, con un pasante en la malla de casi un 84%, un índice de plasticidad de 12, y un valor de CBR de 7%. Así mismo se concluye que, en cuanto al pluviométrico, así también, se determinó que la zona es de clima árido y húmedo, por lo cual, se presentan lluvias en todo el mes de agosto.

Asimismo, los materiales de la cantera cumplen los requerimientos, tanto para base como sub base y también, una cantidad de dos de los tipos adquiridos cumplen con la granulometría necesitada, así como con las otras exigencias. Por lo tanto, se puede decir que los diseños de las metodologías presentadas en la anterior investigación son aplicables, ya que los resultados alcanzados varían mediante al enfoque dado. Mientras la PCA refleja el estudio por fatiga y por erosión, la AASHTO toma en consideración la cantidad de ejes totales que transitan por la carretera y los niveles de servicios como requisitos de inicio y final de la vida útil de este. Así, los espesores de las capas del pavimento encontradas aplicando el primer método son menores al segundo. De esta forma, este diseño pudo lograrse a través del análisis para los tipos de ffractura. Concluyendo que, mientras que con la PCA, alcanzó un espesor de losa de concreto de 30 cm para una base de 15 cm, sin embargo el método por AASTHO establece un valor casi igual al otro, de 33 cm de losa para satisfacer las mismas condiciones.

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

#### **Teorías relacionadas a la variable: Cemento portland tipo I**

##### **Definición conceptual de cemento portland tipo I**

Considerando el ámbito nacional, encontramos que el Instituto Nacional de Calidad, mediante la Norma Técnica Peruana 334.001 (2001), señala que:

Material pulverizante que, mediante la adición de agua, forma una pasta conglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire. Este material es producido mediante la pulverización del Clinker de portland, compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente una o más de las formas de sulfato de calcio como una adición durante la molienda (p. 15).

Asimismo, la American Society of Testing Material – A.S.T.M., establece al cemento portland en la norma C 150 como:

Cemento hidráulico (cemento que no sólo endurece al reaccionar con agua, sino también constituye un producto resistente al agua) producido por pulverización de clinker, que consiste esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos, que



normalmente contiene una o más de las formas de calcio sulfato como adición. El clinker son nódulos (diámetros, 0.2-1.0 pulgada [5.25 mm]) de un material sinterizado que se produce cuando una mezcla cruda de la composición predeterminada se calienta a alta temperatura.

### **Características Cementos Portland**

Según Askeland, D. (1998) menciona que el cemento debe cumplir ciertas características químicas y mecánicas las cuales aportan un valor de resistencia y durabilidad a las estructuras que se diseñan en base a cemento. El autor detalla las siguientes características:

- Fraguado: Proceso donde la mezcla de cemento se endurece hasta que cambia de un estado plástico a sólido
- Integridad: Es la propiedad de mantener su volumen aún después de ocurrido el fraguado.
- Resistencia a la compresión del mortero: es aquel que provee la resistencia del concreto, pero este no puede predecirse bajo la resistencia del mortero, ya que la del concreto depende de las rasgos de los agregados y el procedimiento constructivo.
- Calor de hidratación: La temperatura por calor liberado es dañino ya que puede producir al concreto retracciones, por lo tanto, se deberá controlar y contrarrestar mediante riego abundante.

### **Clases de Cementos Portland**

La norma norteamericana ASTM C-150 cataloga los cementos Portland en cinco tipos, los cuales son adoptados por la normativa peruana vigente. A continuación se brinda mayor detalle:

- Tipo I Cemento Portland común, usado en todas o casi todas las obras que no requiera cementos con requisitos especiales.
- Tipo II Cemento Portland de moderado calor de hidratación y moderada resistencia a los sulfatos.

- Tipo III Cemento Portland, posee propiedades que generan una alta resistencia inicial.
- Tipo IV Cemento Portland de bajo calor de hidratación, contiene niveles máximos de 35% de C3S y 7% de C3A.
- Tipo V Cemento Portland resistente a los sulfatos, con un contenido máximo de 5% de C3A.

### **Aplicaciones del cemento, según los tipos**

Para éste material se tienen según los tipos, distintos usos en la construcción y cumplen a las propiedades físicas y químicas procedentes de sus procesos de hidratación y así bien, la protección que pueden proporcionar al concreto elaborado con algunos de estos cementos. El autor Callister, W. (1995), define las diferentes aplicaciones del cemento, según el tipo, las cuales se detallan a continuación:

- El cemento Portland tipo I o cemento normal de uso común, es que el cual se usa en las obras donde no es requerida la protección especial y no necesita que las condiciones del clima sean severas ni de sustancias perjudiciales como sulfatos. Este tipo de cemento, genera notables resistencias a edades cortas, por lo que produce también mayor cantidad de calor de hidratación, a este se le conoce como silicato tricálcico. Por otro lado, el dicálcico, es aquel que genera resistencia a edades tardías.
- El cemento tipo II, o de moderado calor de hidratación y de moderada resistencia a los sulfatos, debido a la disminución del silicato tricálcico y del aluminato tricálcico con respecto al cemento normal.
- El cemento tipo III se conoce como de resistencia rápida, este tipo se usa cuando hay la necesidad de curado rápido con el objeto de acelerar otros trabajos y tener la obra a tiempos más veloces.
- El cemento tipo IV o de bajo calor de hidratación, el proceso de desarrollo de la resistencia es más lento que el cemento normal debido al poco contenido de silicato tricálcico, por lo que el calor que desarrolla durante la etapa de fraguado es mucho menor que el del cemento normal.
- El cemento tipo V o resistente a los sulfatos, se utiliza en todo tipo de construcciones que estarán expuestas al ataque severo de sulfatos en solución o que se construirán en

ambientes industriales agresivos y se caracterizan por su aumento moderado de resistencia a tempranas edades.

### **Definición operacional de cemento portland tipo I**

Según lo indicado por Toirac, J. (2008), indica que entre las principales aplicaciones del cemento, es posible realizar una buena mezcla y uniforme de suelo pulverizado con una cantidad determinada de cemento portland y agua, llamado suelo-cemento, donde luego de compactado, se puede lograr densidades altas, y curado; para que así generar un endurecimiento más óptimo, el cual resisten a los esfuerzos de compresión y a su vez es casi impermeable, termo aislante y estable en el tiempo.

Actualmente, se cuenta con una teoría sobre la aplicación del suelo-cemento, por tanto, se ha venido aplicando en la construcción de base y sub base de carreteras, caminos, aeropuertos y en la construcción de edificaciones de viviendas, naves agropecuarias e industriales. (Toriac, 2008).

Considerando que la presente investigación estudia la capa de base y sub base de un desarrollo de vial, se tomó en cuenta los métodos de laboratorio, para la adición del cemento a la superficie de las capas granulares del pavimento.

### **Dimensiones de la variable: Cemento portland tipo I**

Es de importancia para la presente investigación, que el cemento común tipo I que se utilice, cumpla con los requerimientos descritos en la Norma Técnica Peruana 334.009 y, además, considerar las siguientes dimensiones:

#### **Dimensión 1: Dosificación**

Teniendo en cuenta la ingeniería civil, la dosificación establece el importe de cantidades adecuadas de componentes que conforman el concreto, con el objeto de generar la capacidad y durabilidad requeridas.

Según lo indicado por Toriac, J. (2008), menciona que, según la calificación cualitativa de suelos eficientes y suelos no eficientes, se establecen sugerencias para

efectuar mezclas de suelo-cemento, con un determinado porcentaje de cantidad de cemento que debe tener la mezcla dependiendo del tipo de suelo. (p. 551).

Tabla 1. Dosificación de cemento en la sub base y base de los pavimentos

<b>Tipo de suelo</b>	<b>Cantidad de cemento (%)</b>
Piedra triturada, grava con arena y arcilla bien graduada	0.5 – 20
Arena bien graduada	2.0 – 4.0
Arena poco graduada	4.0 – 6.0
Arcilla arenosa	4.0 – 6.0
Arcilla limosa	6.0 – 8.0
Arcilla de media plasticidad	8.0 – 12.0
Arcilla de alta plasticidad	12.0 – 15.0
Suelos orgánicos	10.0 – 15.0

FUENTE: Toriac, J. (2016)

### **Teorías relacionadas a la variable: Sub base y base**

#### **Definición conceptual de la sub base y base**

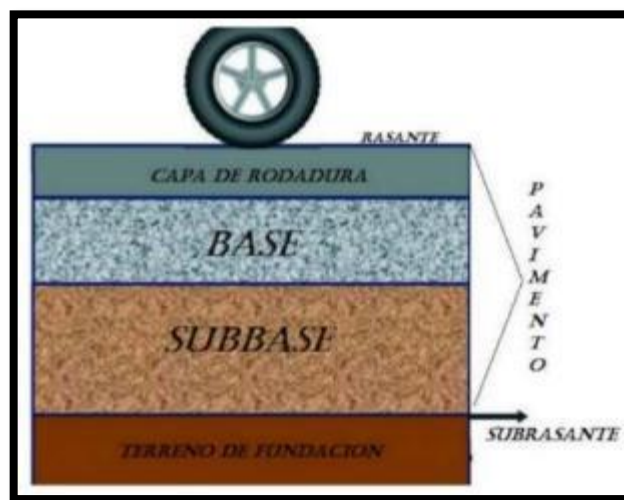
El Ministerio de Transportes y Comunicaciones, mediante Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción – EG (2013), indica que:

La estructura del pavimento está compuesta por materiales granulares naturales procedentes de excedentes de excavaciones o canteras que pueden provenir de la trituración de rocas o gravas. Los agregados serán partículas duras, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, blandas o desintegrables y a su vez, sin materia orgánica, terrones de arcilla u otras sustancias perjudiciales (p. 341).

De esta manera, sirve principalmente para brindar soporte a toda la estructura. Según dicho manual, la capa superior, llamada base, sirve como soporte a la superficie de rodadura y trasfiere los esfuerzos procedentes por el tránsito a las capas inferiores en un

nivel adecuado. La capa inferior, llamada sub base, sirve de material transitorio, ya que trabaja como un tamiz separando la base de la subrasante, así evitando que las partículas finas penetren directamente dañándolo estructuralmente, y también controla los cambios en los volúmenes que pueden generarse en la subrasante, a través de variaciones en la proporción de agua o a variaciones de temperatura, y así, las deformaciones que absorbe por la subbase impidiendo que se manifiesten en la superficie de rodadura.

Figura 1. Estructura de pavimento



FUENTE: Elaboración propia

### **Pavimento flexible**

Es aquel desarrollado por distintas capas y de diferentes espesores, las cuales interactúan entre sí para ofrecer un grado de capacidad de carga al paso de los vehículos. Los pavimentos comúnmente están conformados por 04 capas, dentro de las cuales la primera capa está ubicada en la parte inferior y toma el nombre de la sub rasante natural. Seguido se encuentra la Sub base granular, que dependiendo del espesor y de su calidad aporta a la estructura un grado de resistencia. Por encima de la Sub base se coloca otra llamada Base granular, que por lo general a este se le asigna una calidad mejor que la anterior y por último se encuentra la superficie de rodadura, la cual es la que se puede observar a simple vista.

Los pavimentos flexibles son aquellos que están constituidos por una cantidad de capas granulares, cubiertas por una carpeta asfáltica de rodamiento de alta calidad y relativamente delgada, la cual es capaz de adecuarse a deformaciones de pequeños tamaños de las capas inferiores sin que su distribución falle. La calidad de los materiales manipulados para estos pavimentos en cada una de las capas aumenta a medida que se acerca a la superficie, de tal forma que se logre una estructura adecuada ante las cargas esperadas y que a la vez refleje una opción más económica.

### **Capacidad resistente de los pavimentos**

A través de lo anterior mencionado, un pavimento es aquella estructura ubicada entre los vehículos y el suelo natural, donde su principal objetivo es distribuir los esfuerzos que genera la superficie para evitar solicitarle al suelo un esfuerzo mayor a su capacidad portante, obligando a este a poseer capas con espesores y resistencias de acuerdo las cargas que se van a distribuir al suelo.

En este sentido, las capas deben de resistir el tráfico esperado en el período al cual fue diseñado, con el propósito que logren llegar a completar su vida útil con algún deterioro o deformación similar, ya que la estructura fallará por fatiga, cualquier que sea cual sea su estructura.

Así también las propiedades mecánicas que posee el suelo y los materiales que forman las capas del pavimento, se establecen a través pruebas de laboratorio y de campo, como: ensayos de placa de carga, módulos de elasticidad, entre otros, incluso el C.B.R, como verificaciones comunes de medición de las tipologías mecánicas del suelo la cual trabaja como parámetros para el diseño de los pavimentos.

### **Extracción de materiales**

Los agregados que resultan de una o más fuentes de materiales (canteras), tienen que analizarse siguiendo ensayos en laboratorios, para decretar que cumplen con las especificaciones técnicas para su aplicación, como se describe a continuación:

- De una Cantera o banco de materiales: Los agregados extraídos pueden ser manejados en la capa de subbase y deben cumplir con los requerimientos de las

especificaciones técnicas, los mismos que serán validados por las pruebas de un laboratorio para poder ser puestos en obra.

- Combinación de dos bancos de materiales: Cuando los materiales extraídos de un banco no cumplen con las especificaciones, consigue un banco secundario con rasgos diferentes al anterior; donde se estudia la combinación de los agregados para así obtener cual es el porcentaje que se deben mezclar los materiales para alcanzar las especificaciones para cada capa granular.

### **Proceso constructivo**

Para la selección de la capa granulares para su conformación, se procede a suministrar los agregados que se aplicaran siguiendo los requerimientos verticales, inclinaciones y dimensiones establecidos en los diseños del plano del proyecto o determinados en el expediente técnico, los cuales deben estar alineados en los requerimientos del Manual de Carreteras.

- Escarificación del material: Este proceso consta en remover parte del material granular de protección de la capa que se va instalar, haciendo uso de motoniveladora o con cualquier otro equipo que cumpla con los estándares establecido en el Manual de carreteras. Donde el equipo escarificador debe ser de hojas fijas, completos, de espesor y de largo suficiente para efectuar una escarificación total y uniforme, para que logre una mezcla y homogénea con el nuevo material que se colocará.
- Colocación del material nuevo: este se ubicará sobre la superficie previamente escarificada evitando la segregación. No se debe instalar capas de material mayores de 20 cm., ni menores a 10 cm. Si la capa diseñara es mayor, se colocará el espesor de varias capas totales.
- Distribución del material nuevo: El material nuevo en estado suelto, será disgregado con un contenido de humedad de  $\pm 2\%$  con respecto a la humedad óptima, en un espesor necesario para que posterior a la compactación.
- Compactación de la capa granular: se realiza por medio de compactadores mecánicos, como: rodillos lisos, con ruedas neumáticas o con otro equipo estandarizado, para que la compactación realice los resultados exigidos.

## Tipos de capas granulares

### Capa de sub base

Esta capa se ubica por encima de la sub rasante, que en muchos casos es el terreno natural. La construcción de esta capa granular, consiste en colocar una o más capas de materiales granulares, que pueden ser obtenidos en forma natural o procesados, los mismos que pueden provenir de canteras u otras fuentes.

Mediante las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción del Manual de Carreteras, indica que se deben cumplir con ciertos requerimientos de granulometría para el material que se va utilizar como sub base, lo cual se detalla a continuación:

Tabla 2. Requerimientos Granulométricos para subbase Granular

Tamiz	Porcentaje que pasa en peso			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm. (2 <sup>o</sup> )	100	100	-	-
25 mm. (1 <sup>o</sup> )	-	75 – 95	100	100
9.5mm. (3/8 <sup>o</sup> )	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
4.75 mm. (Nro.4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
2.0 mm. (Nro. 10)	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
425 µm. (Nro. 40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
75 µm. (Nro. 200)	2 – 8	5 – 15	5 – 15	8 – 15

FUENTE: Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013, elaborado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Perú (2013)

Asimismo, el Manual de Carreteras indica que se tienen que cumplir con determinados requisitos de calidad, para lo cual se tienen que realizar ensayos de laboratorio y validar que los valores obtenidos se encuentren dentro de los rangos establecidos, según se detallan a continuación:

Tabla 3. Requerimientos de ensayos especiales para Subbase Granular



Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma ASSTHO	Requerimiento	
				<3000 msnm	>=3000 msnm
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	50% máx.	50% máx.
CBR	MTC E 132	D 1883	T 193	40% min.	40% min.
Ll	MTC E 110	D 4318	T 89	25% máx.	25% máx.
Ip	MTC E 111	D 4318	T 90	6% máx.	4% máx.
Ea	MTC E 114	D 2419	T 176	25% min.	35% min.
So	MTC E 219	-	-	1% máx.	1% máx.
Pch y Alargadas	-	D 4791	-	20% máx.	20% máx.

FUENTE: Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013, elaborado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Perú (2013)

Donde:

Ll: limite liquido

Sso: Sales solubles

Pch: partículas chatas

Ea: equivalente de arena

Ip: Índice plasticidad

### Capa Base

Esta capa se ubica por encima de la sub base. La construcción de esta capa granular, consiste en colocar una o más capas de materiales granulares, adquiridos naturalmente o procesados, los mismos que pueden provenir de canteras u otras fuentes.

Posteriormente, se tiene que aplicar fuerzas a fin de unir las partículas de cada capa y lograr una compactación necesaria para soportar las cargas a las cuales será sometida a la disposición del pavimento.

Mediante las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, indica que se deben cumplir con ciertos requerimientos de granulometría para el material que se va utilizar como base, lo cual se detalla a continuación:

Tabla 4. Requerimientos Granulométricos para base Granular

Tamiz	Porcentaje que pasa en peso			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm. (2")	100	100	-	-
25 mm. (1")	-	75 - 95	100	100
9.5 mm. (3/8")	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
4.75 mm. (Nro.4)	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
2.0 mm. (Nro. 10)	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
425 µm. (Nro. 40)	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
75 µm. (Nro. 200)	2 - 8	5 - 15	5 - 15	8 - 15

FUENTE: Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013, elaborado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Perú (2013)

Asimismo, el Manual de Carretera, indica que la base granular debe cumplir con determinadas características físico - mecánicas, para lo cual se tienen que realizar ensayos de laboratorio y validar que los valores conseguidos estén dentro de los rangos establecidos, según se detallan a continuación:

Tabla 5. Requerimientos de ensayos, para base Granular

Ensayo	Tipo de tráfico	Valor
Valor relativo de soporte, CBR	Ejes Equivalentes (<10%)	80% min.
	Ejes Equivalentes (>=10%)	100% min.

FUENTE: Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013, elaborado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Perú (2013)

Por otro lado, el mismo manual especifica que existen otras características que el material de base granular debe cumplir y lo clasifica según sea el tipo de agregado:

- Agregado grueso: Se denomina así a los materiales retenidos en la malla N°4 y las características a cumplir son las siguientes: partículas

Tabla 6. Requerimientos de ensayos especiales, para agregado grueso de base Granular

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma ASSTHO	Requisito	
				<3000 msnm	>=3000 msnm
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	D 5821	-	80% mín.	80% mín.
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	D 5821	-	40% mín.	50% mín.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	40% máx.	40% máx.
Partículas Chatas y Alargadas	-	D 4791	-	15% máx.	15% máx.
Sales Solubles totales	MTC E 219	D 1888	-	0.5% máx.	0.5% máx.
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	C 88	T 104	-	18% mín.

FUENTE: Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013, elaborado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Perú (2013)

- Agregado fino: Se denomina así a los materiales que pasan la malla N°4 y las características a cumplir son las siguientes:

Tabla 7. Requerimientos de ensayos especiales, para agregado fino de base Granular

Ensayo	Norma	Requerimiento	
		<3000 msnm	>=3000 msnm
Ip	MTC E 111	4% máx.	2% mín.
Ea	MTC E 114	35% mín.	45% mín.
Sso	MTC E 219	0.5% máx.	0.5% máx.
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	-	15%

FUENTE: Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013, publicado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Perú (2013)

## Dimensiones de la variable: sub base y base

### Dimensión 1: Consistencia del suelo

Según lo que indica Gisberth, J. (2010), la consistencia del suelo es el grado y tipo de cohesión y adhesión que caracteriza a un tipo de suelo, las cuales aportan propiedades de la capacidad del suelo a ser moldeado o roto. Estas fuerzas dependen del contenido de humedades, por tanto, la consistencia debe estar en términos de seco, húmedo y mojado.

Existen métodos directos e indirectos para medir la consistencia del suelo. Los métodos directos, hallan el efecto que genera el contenido de humedad sobre la relación existente entre el esfuerzo aplicado y la deformación producida cuando esta fuerza es eliminada, siendo estos de manera más aproximada al comportamiento plástico del material, sin embargo, debido a los altos costos de los equipos utilizados, estos métodos son pocos usados. Las técnicas indirectas, son aquellos que no evalúan la plasticidad del material, pero mide el contenido de humedad al cual una masa presenta un esfuerzo crítico de fluencia, o consistencia, determinados. Normalmente, asocian elevados contenidos en humedad con altas plasticidades. Existen los métodos de Moore, Pfefferkorn, Barna y Atterberg.

En la presente investigación, se consideró el método de Atterberg, el cual determina el intervalo de humedades en el que una masa arcillosa es moldeable, definiéndose un índice de plasticidad, como la diferencia de humedades entre el límite líquido, o humedad por encima de la cual una masa no tiene la suficiente consistencia para ser moldeable, y el límite plástico, o porcentaje mínimo de agua para hacer moldeable una masa.

## **Dimensión 2: Densidad específica**

Considerando lo mencionado por Gómez (2008), en donde señala que la densidad específica se determina mediante la prueba de Proctor y consiste en mezclar el suelo con varias cantidades de agua, aplicando un ensayo Proctor con cada una de las cantidades de agua. Este ensayo se llama: prueba de compactación, representado bajo una Curva de Compactación. En esta curva describe el porcentaje de humedad del suelo en el eje Y, mientras que, del otro lado, muestra el peso específico seco conseguido con cada porcentaje de humedad, es decir en el eje de las abscisas.

El Manual de Ensayos de Materiales (2016) proporciona 3 métodos alternativos para la aplicación del ensayo de proctor modificado, el cual se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 8. Métodos a utilizar para el ensayo de Proctor modificado

Método	Molde	Material	Nro. de capas	Nro. de golpes por capa	Usos
Método A	101.6 mm.	Pasa por tamiz 4.75 mm. (Nro. 4)	5	25	El peso del material tiene un 20 % o menos retenido en el tamiz 4,75 mm (N° 4)
Método B	101.6 mm.	Pasa por tamiz 9.5 mm. (3/8")	5	25	El peso del material tiene un 20% retenido en el tamiz 4,75 mm (N°4) y 20% o menos de peso del material es retenido en el tamiz 9,5 mm (3/8")
Método C	152.4 mm.	Pasa por tamiz 19.0 mm. (3/4")	5	56	El peso del material se un 20% retiene en el tamiz 9,5 mm (3/8") y menos de 30% en peso es retenido en el tamiz 19,0 mm (3/4").

FUENTE: Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras EM, publicado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Perú (2016)

#### Dimensión 4: Resistencia al esfuerzo

Según la teoría de Coulomb (2012), explica que los suelos fallan por esfuerzo a lo largo de planos de deslizamiento y que esencialmente el mismo mecanismo de fricción rige la capacidad de resistir al esfuerzo de ciertos tipos de suelos.

Para realizar la medición de la capacidad de esfuerzo del suelo (base y sub base), en la presente investigación, se aplicó el ensayo CBR (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California).

El Reglamento Nacional de Edificaciones, mediante la Norma CE.010 – Pavimentos urbanos (2010), se establecen los valores de CBR mínimos para distintos tipos de pavimentos, lo cual se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 9. Valores de CBR mínimo

Capa granular	Pavimento flexible	Pavimento semi rígido	Pavimento rígido
Sub base	CBR $\geq$ 40 % 100% Compactación Proctor Modificado	CBR $\geq$ 30 % 100% compactación Proctor Modificado	
Base	CBR $\geq$ 80 % 100% Compactación Proctor Modificado	No aplica	CBR $\geq$ 80% 100% compactación Proctor Modificado

FUENTE: Norma CCE.010 Pavimentos urbanos – Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Perú (2010)

#### **1.4. Formulación de problema**

¿Cuál es la influencia de la incorporación del cemento portland tipo I, en el aporte estructural de la base y sub base del pavimento, de la carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018?

Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

- ¿Cuál es la influencia de la incorporación del cemento portland tipo I, en el aporte estructural de la sub base y base del pavimento, considerando la consistencia del suelo, de la carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018?
- ¿Cuál es la influencia de la incorporación del cemento portland tipo I, en el aporte estructural de la sub base y base del pavimento, considerando la densidad específica, de la carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018?
- ¿Cuál es la influencia de la incorporación del cemento portland tipo I, en el aporte estructural de la sub base y base del pavimento, considerando la resistencia de esfuerzo, de la carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018?

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

##### **Justificación teórica**

Considerando el conocimiento existente sobre el contenido de investigación, se realizará los ensayos de laboratorios correspondientes, se realizará la implementación de pruebas pilotos y se realizara un posterior debate académico para confrontar la teoría y efectuar una comparación de los resultados, lo cual contribuye para afianzar conocimientos y ampliar la teoría sobre la adición del cemento Portland tipo I, para mejorar la resistencia de las capas del Pavimento de la Carretera Cáclic Luya Lamud, en la ciudad de Chachapoyas – Amazonas.

## **Justificación metodológica**

La presente investigación alcanza los medios para estudiar y entender el comportamiento de la sub base y base al incorporarles un aglomerante (cemento Portland Tipo I), para lo cual se aplicó las definiciones metodológicas de la investigación, es decir, se identificó la realidad problemática, posteriormente se hallaron los antecedentes y los fundamentos teóricos que fortalecieron los conceptos necesarios para determinar los objetivos y las hipótesis de este trabajo.

Asimismo, se determinó el diseño de investigación y se realizó la operacionalización de las variables de estudio, con lo cual se obtuvo los instrumentos de medición que fueron aplicados a la muestra, que se seleccionó a partir del muestreo aplicado a la población de estudio.

Una vez realizada la recolección de información, se aplicó el esquema correspondiente, con la finalidad de interpretar los resultados de la investigación, para su posterior discusión, con lo cual se llegaron a concluir los mismos y se plantearon recomendaciones de la investigación.

## **Justificación Práctica**

La carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas – Amazonas, actualmente se encuentra en ejecución y el presente estudio contribuye a brindar una alternativa de solución, para el aumento de la resistencia en la sub base y base del pavimento diseñado.

Asimismo, la presente investigación brindó parámetros que podrán ser utilizados en carreteras con características de diseño similar, con la finalidad de aumentar la resistencia de las capas del pavimento, al adicionarle cemento Portland tipo I, lo cual permite obtener los valores esperados.

### **1.6. Hipótesis**

#### **Hipótesis General**

**HG:** La incorporación del cemento portland tipo I, permite el mejoramiento del aporte estructural de la sub base y base del pavimento, de la carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018.

### **Hipótesis específicas**

- **HE1:** La incorporación del cemento portland tipo I, permite el mejoramiento de la consistencia del suelo de la sub base y base del pavimento, de la carretera Cállic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018.
- **HE2:** La incorporación del cemento portland tipo I, permite el mejoramiento de la densidad específica de la sub base y base del pavimento, de la carretera Cállic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018.
- **HE3:** La incorporación del cemento portland tipo I, permite el mejoramiento de la resistencia al esfuerzo de la sub base y base del pavimento, de la carretera Cállic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018.

### **1.7. Objetivos**

#### **Objetivo General**

**OG:** Determinar la influencia, de la incorporación del cemento portland tipo I, en el aporte estructural de la sub base y base del pavimento, de la carretera Cállic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018.

#### **Objetivos específicas**

- **OE1:** Establecer la influencia de la incorporación del cemento portland tipo I, en el aporte estructural de la sub base y base del pavimento, considerando la consistencia del suelo, de la carretera Cállic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018.
- **OE2:** Determinar la influencia de la incorporación del cemento portland tipo I, en el aporte estructural de la sub base y base del pavimento, considerando la densidad específica, de la carretera Cállic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018.
- **OE3:** Definir la influencia de la incorporación del cemento portland tipo I, en el aporte estructural de la sub base y base del pavimento, considerando la resistencia de esfuerzo, de la carretera Cállic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018.



## **II. MÉTODO**

La presente investigación se realizó bajo el paradigma positivista, también denominado paradigma cuantitativo, empírico-analítico, racionalista, científico-naturalista, científico-tecnológico. Este paradigma se caracteriza por fundamentar que el único conocimiento verdadero es producto de la ciencia mediante la aplicación del método científico (nomismo metodológico), sostiene que la realidad es única y uniforme, gobernada por leyes naturales. Se caracteriza por la búsqueda de la causa de los fenómenos con el propósito de organizar y sistematizar el conocimiento, que es factible de comprobación y medición a partir de la observación, la medición y el tratamiento estadístico. En ese sentido, es posible realizar generalizaciones a partir de una muestra de la realidad. (Dobles, Zúñiga y García, 1998).

En este sentido, se consideró un enfoque cuantitativo, mediante el cual, a partir de la recopilación de información, es posible exponer las suposiciones bajo la medida numérica y el análisis estadístico (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

La investigación es de “tipo sustantiva, intenta responder los problemas teóricos o sustantivos y está orientada a describir, explicar, predecir o retrodecir la realidad, va en búsqueda de principios y leyes generales que admita establecer una teoría científica” (Sánchez y Reyes, 2006, p. 78).

## **2.1. Diseño de investigación**

Este será de forma experimental, ya que manipula de forma intencional la causa, es decir, la variable independiente, para examinar qué efectos origina en la variable dependiente (efecto). (Hernández, et al.2014, p114).

## **2.2. Variables, operacionalización**

### **Variables**

- Variable Independiente: Cemento portland tipo I
- Variable dependiente: Sub base y base

### **Operacionalización**

- Variable Independiente: Cemento portland tipo I



Tabla 10. Matriz de operacionalización de variable independiente

<b>Variable independiente</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Fórmulas</b>	<b>Escala de los indicadores</b>
Cemento portland tipo I	Es un material hidráulico producido mediante la pulverización del clinker compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente sulfato de calcio y eventualmente caliza como adición durante la molienda (Norma Técnica Peruana 334.090)	Según lo indicado por Toirac, J. (2008), manifiesta que, entre las principales aplicaciones del cemento, es posible realizar una mezcla inseparable y uniforme de suelo pulverizado con determinadas cantidades de cemento portland y agua, y que luego de compactado, para obtener densidades altas, y curado, para que se produzca un endurecimiento más efectivo, la cual es capaz de resistir los esfuerzos de compresión, se comprende de una impermeabilidad casi total, termo aislante y estable en el tiempo, llamado suelo-cemento.	D1: Dosificación	Determinación de cantidad de cemento	$D_c = \text{Peso de material granular} * \% \text{ de cemento}$	Razón

FUENTE: Elaboración propia, Perú (2018)

- Variable dependiente: Sub base y base

Tabla 11. Matriz de operacionalización de variable dependiente

Variable dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Fórmulas	Escala de los indicadores
Sub base y base	La sub base y base de la estructura de pavimento, están compuestas por materiales granulares naturales procedentes de excedentes de excavaciones o canteras que pueden provenir de la trituración de rocas o gravas. Las partículas de los agregados serán duras, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, blandas o desintegrables y sin materia orgánica, terrones de arcilla u otras sustancias perjudiciales (Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción - EG2013").	La sub base y base de la estructura de pavimento sirve principalmente para brindar soporte a toda la estructura. La capa superior (base) sirve como apoyo a la superficie de rodadura y transmite los esfuerzos producidos por el tránsito a las capas inferiores en un nivel adecuado. La capa inferior (subbase) es una transición ya que actúa como un filtro que separa a la base de la subrasante impidiendo que los finos penetren directamente y la dañen estructuralmente, asimismo, controla los cambios volumétricos que podrían tomar lugar en la subrasante, debido a cambios en su contenido de agua o a cambios de temperatura. De esta manera, las deformaciones serían absorbidas por la subbase evitando que se reflejen en la superficie de rodadura.	D1:	Ensayo de índice de plasticidad en Sub base	$IP=(IP \text{ de sub base mejorada con cemento}/IP \text{ de sub base inicial}) - 1$	Razón
			Consistencia del suelo	Ensayo de índice de plasticidad en Base	$IP=(IP \text{ de base mejorada con cemento}/IP \text{ de base inicial}) - 1$	Razón
				D2:	Ensayo de proctor variado en Sub base	$PM(f)=(PM \text{ de sub base mejorada con cemento}/PM \text{ de sub base inicial}) - 1$
			Densidad específica	Ensayo de proctor modificado en Base	$PM(f)=(PM \text{ de base mejorada con cemento}/PM \text{ de Base inicial}) - 1$	Razón
				D3:	Ensayo de Relación de soporte de California en Sub base	$CBR(f)=(CBR \text{ de sub base mejorada con cemento}/CBR \text{ de sub base inicial}) - 1$
			Resistencia al esfuerzo	Ensayo de Relación de soporte de California en Base	$CBR(f)=(CBR \text{ de base mejorada con cemento}/CBR \text{ de base inicial}) - 1$	Razón

FUENTE: Elaboración propia, Perú (2018)

### **2.3. Población y muestra**

#### **Población**

Según Pineda (1994), menciona que la población de una investigación, es el grupo de personas u objetos de los que se desea conocer algo, en otras palabras, es la colección de individuos u objetos de características similares, que brinda información sobre el fenómeno en estudio.

Considerando lo indicado por la teoría, se establece que la población está compuesta por la cantidad de muestras de sub base y base granular en el punto de acopio, las cuales se encuentran aprobadas por la supervisión de obra, para la construcción de la carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas – Amazonas 2018, siendo 56 unidades de análisis, distribuidas en 28 unidades de análisis de sub base y 28 unidades de análisis de base.

#### **Muestra**

En este caso, estuvo constituida por el total de ésta, siendo 56 muestras de sub base y base granular del pavimento, de la construcción de la carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas – Amazonas 2018.

#### **Criterios de selección**

#### **Criterios de inclusión**

Muestras de sub base y base granular colocadas en punto de acopio, verificadas y aprobadas por la supervisión de obra, es decir, las muestras deben cumplir con lo establecido para la construcción de la carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas – Amazonas 2018.

#### **Criterios de exclusión**

Muestras de sub base y base colocadas en punto de acopio, que no se encuentran verificadas y ni aprobadas por la supervisión de obra, es decir, las muestras no cumplen con lo establecido para la construcción de la carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas – Amazonas 2018.

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

### Técnicas

Recolectar la información, implica la aplicación de una técnica, que debe estar compuesta con un procedimiento detallado que conduzca a reunir los datos necesarios para un objetivo específico. (Hernández, et al., 2014).

Mediante la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, elaboró y aprobó el Manual de Ensayos de Materiales (2016), en donde se establecen métodos y formas, para la aplicación de los ensayos en laboratorio y campo, los materiales a usar se consideraron tomando en cuenta la normativa de instituciones reconocidas, tales como AASHTO, ASTM, Instituto del Asfalto ACI y NTP. Estos procedimientos fueron tomados en consideración para la variable dependiente de la presente investigación.

Tabla 12. Técnica de recolección de datos

<b>Nro.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Técnica de recolección</b>
01	Ensayo de índice de plasticidad	MTC E 111
02	Ensayo de proctor modificado	MTC E 115
03	Ensayo de C.B.R.	MTC E 132

FUENTE: Manual de ensayos de materiales MTC E 111, MTC E 115 y MTC E 132 (2016)

### Instrumentos

En esta investigación, se hizo uso de instrumentos de medición, con la finalidad de registrar la información recolectada sobre las variables de las que se realiza el estudio. Es preciso que, para toda medición en una investigación, se cuente con instrumentos que tengan requisitos indispensables como la validez y confiabilidad. (Hernández, et al., 2014).

Los instrumentos para la recopilación de información que se aplicaron en la presente investigación, son los equipos de laboratorios para el desarrollo de los ensayos detallados en los procedimientos (técnica de recolección de datos) los cuales son:

Tabla 13. Instrumentos de recolección de datos

<b>Descripción</b>	<b>Técnica de recolección</b>	<b>Instrumentos de recolección</b>	<b>Características</b>
Ensayo de IP	MTC E 111	Balanza electrónica	Marca: Ohaus Serie: B210793126
		Horno eléctrico	Marca: Metrotest Serie: MS-H1
Ensayo de proctor modificado	MTC E 115	Balanza electrónica	Marca: Ohaus Serie: B148259029
		Horno eléctrico	Marca: Metrotest Serie: MS-H1
Ensayo de Relación de soporte de California (CBR)	MTC E 132	Balanza electrónica	Marca: Ohaus Serie: B20911931
		Horno eléctrico	Marca: Metrotest Serie: MS-H1
		Máquina de ensayo a compresión	Marca: Ohaus Serie: 5M56609

FUENTE: Manual de ensayos de materiales MTC E 111, MTC E 115 y MTC E 132 (2016)

Complementando los resultados que se obtienen y como parte de la medición de los instrumentos, se hace uso de las fichas de registro donde se ingresan los valores que los equipos reportan. Estas fichas de registro fueron elaboradas de acuerdo al Manual de Ensayos de Materiales MTC E 111, MTC E 115 y MTC E 132 (2016).

### **Validez**

Cuando un instrumento mide categóricamente a la variable, es decir, si el instrumento está midiendo la variable para la que fue diseñada, estaríamos hablando de validez de instrumento (Hernández, et. al., 2014).

Asimismo, un instrumento de medición tiene la validez a través de tres tipos:

- Validez de un contenido, es aquel grado en que la medición realizada mediante el instrumento de recolección, representa todos o la gran mayoría de componentes del dominio de contenido de las variables a evaluar. (Hernández, et. al., 2014).
- Validez de criterio, se determina al comparar los resultados obtenidos después de aplicar el instrumento de recolección, con los resultados obtenidos de otro razonamiento externo que busca medir lo mismo. (Hernández, et. al., 2014).



- Validez de constructo, se encarga de demostrar cómo los resultados obtenidos del concepto o variable, se relaciona de forma coherente con los resultados de otros conceptos correlacionados teóricamente. (Hernández, et. al., 2014).

Las herramientas para la recopilación de datos, cuenta con validez, toda vez que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, a través de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles elaboró, actualizó y aprobó los manuales, mediante el juicio de expertos, para la gestión de la infraestructura vial, dentro de los cuales se encuentra el Manual de Ensayos de Materiales MTC E 111, MTC E 115 y MTC E 132 (2016), donde se establecen dichos instrumentos. Esto se hizo oficial con la emisión de la Resolución Directoral Nro. 18-2016-MTC/14 y la publicación en el diario oficial El Peruano.

### **Confiabilidad**

La confiabilidad de un instrumento es aquel nivel de exactitud y consistencia de los resultados obtenidos, donde al aplicar el instrumento por segunda vez se obtienen resultados tan parecidos como sea posible.

Los ensayos que se realizaron como parte de la presente investigación, fue en las instalaciones del laboratorio Inversiones Licera, ubicado en la ciudad de Chachapoyas, el cual se encuentra acreditado por la Universidad San Pedro.

Asimismo, se realizó la calibración de los equipos que servirán para la recolección de datos (instrumentos) y se obtuvo los certificados correspondientes, que fueron emitidos por la empresa G&L Laboratorio S.A.C.

Tabla 14. Confiabilidad de instrumentos (certificados de calibración)

<b>Instrumentos de recolección</b>	<b>Características</b>	<b>Certificado</b>
Balanza electrónica	Marca: Ohaus Serie: B210793126	Nro. 073-2017-GLM
Horno eléctrico	Marca: Metrotest Serie: MS-H1	Nro. CTM-107-2017
Balanza electrónica	Marca: Ohaus Serie: B148259029	Nro. 074-2017-GLM
Horno eléctrico	Marca: Metrotest Serie: MS-H1	Nro. CTM-107-2017
Balanza electrónica	Marca: Ohaus	Nro. 075-2017-GLM

	Serie: B20911931	
Horno eléctrico	Marca: Metrotest Serie: MS-H1	Nro. CTM-107-2017
Máquina de ensayo a compresión	Marca: Ohaus Serie:5M56609	Nro. 070-2017-GLM

FUENTE: Elaboración propia, Perú (2018)

## 2.5. Método de análisis de datos

### Estadística inferencial

Es aquel que estudia la probabilidad de éxito hacia soluciones posibles de un problema determinado en las diferentes ciencias en las que se aplica usando las informaciones obtenidas en una o varias muestras de la población.

Este tipo de estadística intenta tomar decisiones basadas en la aceptación o el rechazo de las hipótesis, ya que se obtiene conclusiones válidas acerca de una población sobre la base de una muestra, es decir, que las conclusiones establecidas para una muestra, se pueden extrapolar a la población que dio origen a esa muestra.

En ese sentido, la presente investigación utilizó la estadística inferencial para probar las hipótesis planteadas.

## 2.6. Aspectos éticos

El siguiente estudio se ejecutó teniendo en cuenta:

- Consentimiento de la empresa privada. La empresa Constructora Valko S.A. sucursal en Perú, otorgó la correspondiente autorización para realizar la investigación y el uso del laboratorio de suelos y asfalto para el desarrollo de los ensayos.
- Confidencialidad. La información recogida a través de los instrumentos fue aplicada para los fines del presente estudio.
- Veracidad. Los información recolectada y procesada no fue alterada o manipulada intencionalmente para condicionar los resultados obtenidos.

### **III. RESULTADOS**

### 3.1. Material en punto de acopio

#### Sub base

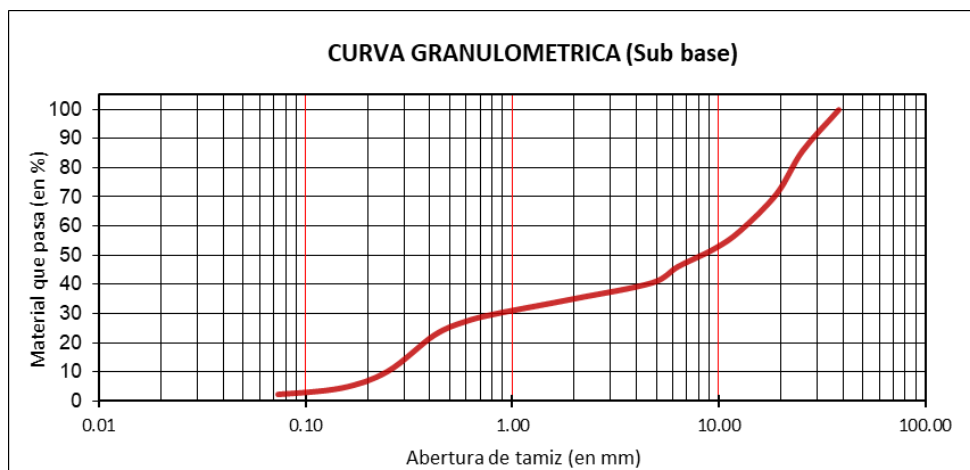
#### - Ensayo de granulometría

Tabla 15. Granulometría en plataforma (Sub base)

Tamiz Nro.	Orificio (mm.)	Peso Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	340.30	14.18	14.18	85.82
3/4"	19.100	350.70	14.61	28.79	71.21
1/2"	12.700	306.30	12.76	41.55	58.45
3/8"	9.525	148.30	6.18	47.73	52.27
1/4"	6.350	147.70	6.15	53.89	46.11
N° 4	4.760	132.90	5.54	59.43	40.58
N° 10	2.000	131.10	5.46	64.89	35.11
N° 20	0.840	123.50	5.15	70.03	29.97
N° 30	0.590	66.50	2.77	72.80	27.20
N° 40	0.420	111.40	4.64	77.45	22.55
N° 60	0.250	298.20	12.43	89.87	10.13
N° 100	0.149	137.10	5.71	95.58	4.42
N° 200	0.074	52.10	2.17	97.75	2.25
PLATO		53.9	2.25	100.00	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>2400.00</b>	<b>100.00</b>		

FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

Figura 2. Curva granulométrica (Sub base)



FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

Para la tabla 16 y figura 2 se muestra, según la clasificación AASHTO el material de sub base es de excelente a bueno, A-1-a (0), está compuesto por materiales granulares (35% menos pasa por el tamiz N° 200) con fragmentos de roca, grava y arena, y considerando la clasificación SUCS se denomina GW, en donde encontramos grava bien graduada, suelos granos gruesos y gravas limpias.

- **Ensayo de índice de plasticidad**

Los resultados del ensayo realizado reportaron que el cerramiento de la ranura de la copa casa grande, fue con 15 golpes, por ende, se establece que el material es no plástico (NP).

- **Ensayo de proctor modificado**

Donde:

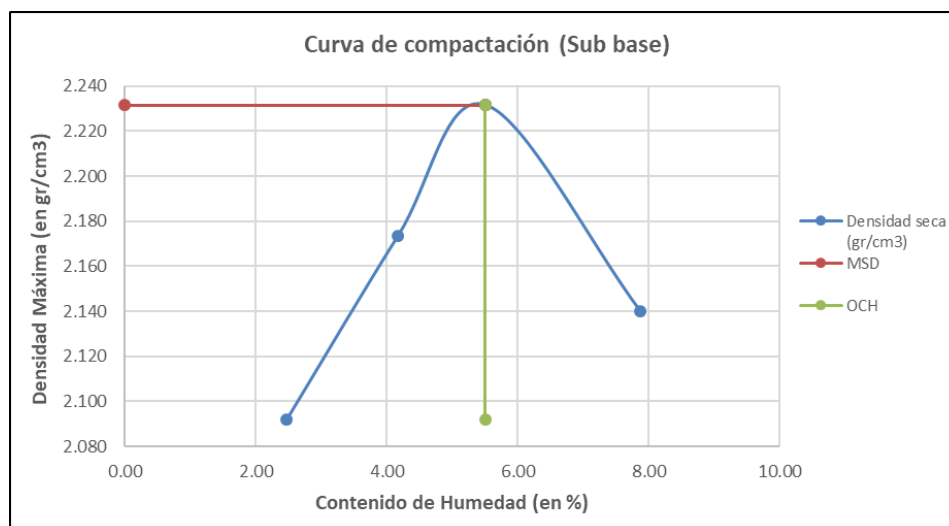
Psu: Peso suelo	m: Molde
Pm: Peso molde	Vm: volumen molde
Psuhc: Peso suelo húmedo compactado	
Pvh: Peso volumétrico húmedo	R: recipiente
Psuh: Peso suelo húmedo	t: tara
Pw: Peso agua	Pss: peso suelo seco
Pvs: Peso volumétrico seco	Ch: Contenido húmedo

Tabla 16. Densidad seca y optimo contenido de humedad (Sub base)

Descripción		Ensayo N°01	Ensayo N°02	Ensayo N°03	Ensayo N°04
Psu + m	gr	7736.00	7992.00	8184.00	8086.00
Pm	gr	3174.00	3174.00	3174.00	3174.00
Psuhc	gr	4562.00	4818.00	5010.00	4912.00
Vm	cm <sup>3</sup>	2128.00	2128.00	2128.00	2128.00
Pvh	gr/cm <sup>3</sup>	2.14	2.26	2.35	2.31
R N°		22	26	8	20
Psuh + t	gr	897.30	961.10	1077.10	830.40
Pss + t	gr	877.70	928.00	1026.60	776.00
t	gr	85.00	134.10	108.80	85.10
Pw	gr	19.60	33.10	50.50	54.40
Pss	gr	792.70	793.90	917.80	690.90
Pvs	gr/cm <sup>3</sup>	2.092	2.173	2.232	2.140
Ch	%	2.47	4.17	5.50	7.87
<b>Dseca</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>		<b>2.232</b>		
<b>Optimo Ch</b>	<b>%</b>		<b>5.502</b>		

FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

Figura 3. Curva de compactación (Sub base)



FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

Se visualiza para la tabla 17 y figura 3, los resultados del material de sub base analizado y reporta una densidad seca máxima de 2.232 gr/cm<sup>3</sup>, asimismo, se indica que el recomendable contenido de humedad es de 5.502%. Estos valores obtenidos servirán de base para la aplicación del ensayo de C.B.R. correspondiente.

### - Ensayo CBR

Tabla 17. CBR – Compactación (Sub base)

Descripción	Nro. De Capas					
	56		25		12	
	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Pm + Psuh(g)	12974.00	13036.00	12586.00	12700.00	12674.00	12830.00
Pm (g)	8080.00	8080.00	7834.00	7834.00	8100.00	8100.00
Psuh (g)	4894.00	4956.00	4752.00	4866.00	4574.00	4730.00
Vm (cm <sup>3</sup> )	2114.00	2114.00	2114.00	2114.00	2120.00	2120.00
Dh (g/cm <sup>3</sup> )	2.315	2.344	2.248	2.302	2.158	2.231
t (N°)	16		3		15	
Psuh + t (g)	788.80	4956.00	741.00	4866.00	659.70	4730.00
Pss + t (g)	753.50	4647.70	709.00	4515.03	631.00	4344.90
Pt (g)	87.40	0.00	99.30	0.00	86.70	0.00
Pw (g)	35.30	308.30	32.00	350.97	28.70	385.10
Pss (g)	666.10	4647.70	609.70	4515.03	544.30	4344.90
<b>Ch (%)</b>	<b>5.30</b>	<b>6.63</b>	<b>5.25</b>	<b>7.77</b>	<b>5.27</b>	<b>8.86</b>
<b>Dseca (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.199</b>	<b>2.199</b>	<b>2.136</b>	<b>2.136</b>	<b>2.049</b>	<b>2.049</b>

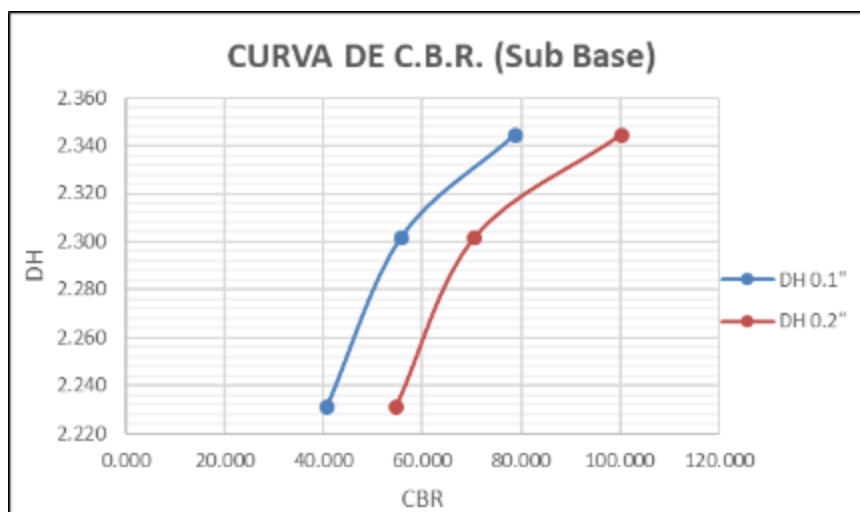
FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

Tabla 18. CBR – Penetración (Sub base)

Penetración			Molde N° 01					Molde N° 02					Molde N° 03													
Pulg.	mm	carga stand. patrón	Carga		Presión		Corrección		Carga		Presión		Corrección		Carga		Presión		Corrección							
			LBS	Penetrac.	PSI M1	PSI(56)	CBR	LBS	Penetrac.	PSI M2	PSI(26)	CBR	LBS	Penetrac.	PSI M3	PSI(13)	CBR									
0.005	0.13		491.857	0.005	155.34	121.85			361.322	0.005	114.1117	93.62			52.609	0.005	16.61	-7.17								
0.025	0.63		763.074	0.025	240.99	256.76			552.559	0.025	174.5079	187.57			222.147	0.025	70.16	80.24								
0.050	1.27		1246.581	0.050	393.69	430.15			907.747	0.050	286.6823	308.44			523.552	0.050	165.35	189.71								
0.075	1.90		1883.873	0.075	594.96	607.49			1375.906	0.075	434.5353	432.20			920.823	0.075	290.81	298.87								
0.100	2.54	1000	2585.306	0.100	816.48	787.34	78.73		1811.183	0.100	572.0034	557.82	55.8		1292.369	0.100	408.15	407.14	40.71							
0.125	3.17		3096.114	0.125	977.81	968.28			2179.736	0.125	688.3987	684.31			1686.096	0.125	532.50	513.95								
0.150	3.81		3583.129	0.150	1131.61	1148.88			2522.605	0.150	796.6829	810.66			1951.317	0.150	616.26	618.71								
0.200	5.08	1500	4771.231	0.200	1506.84	1503.32	100.22		3359.056	0.200	1060.849	1058.90	70.6		2598.339	0.200	820.60	819.79	54.65							
0.300	7.62		6880.140	0.300	2172.87	2145.16			4843.777	0.300	1529.749	1509.32			3746.819	0.300	1183.31	1171.95								
0.400	10.16		8200.933	0.400	2590.00	2621.39			5773.646	0.400	1823.418	1844.62			4466.103	0.400	1410.47	1426.62								
0.500	12.70		9025.839	0.500	2850.52	2840.49			6354.398	0.500	2006.83	2000.30			4915.333	0.500	1552.35	1546.77								
			<b>CBR 0.1"</b>				<b>78.73</b>				<b>CBR 0.1"</b>				<b>55.78</b>				<b>CBR 0.1"</b>				<b>40.71</b>			
			<b>CBR 0.2"</b>				<b>100.22</b>				<b>CBR 0.2"</b>				<b>70.6</b>				<b>CBR 0.2"</b>				<b>54.65</b>			

FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

Figura 4. Curva de C.B.R. (Sub base)



FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

Como se muestra en la tabla 18, el moldeo de C.B.R., obteniendo la densidad seca de 2.199 gr/cm<sup>3</sup> y contenido de humedad de 5.300%, los cuales difieren en 0.033 gr/cm<sup>3</sup> y 0.202% respectivamente con referencia de los resultados del Proctor modificado. Estas diferencias de los valores obtenidos se encuentran dentro de los parámetros óptimos establecidos.

Asimismo, en la tabla 19 y la figura 4, se visualiza los resultados obtenidos de CBR, teniendo a 0.1" el valor de 78.73% y a 0.2" el valor de 100.22% a 56 golpes por cada capa. La grafica muestra cómo se desarrollaron a través de curvas, para 56, 26 y 13 golpes por capa, con diferentes humedades, con el objeto de conseguir una variedad de curvas que muestren la relación entre la densidad húmeda y CBR.



## Base

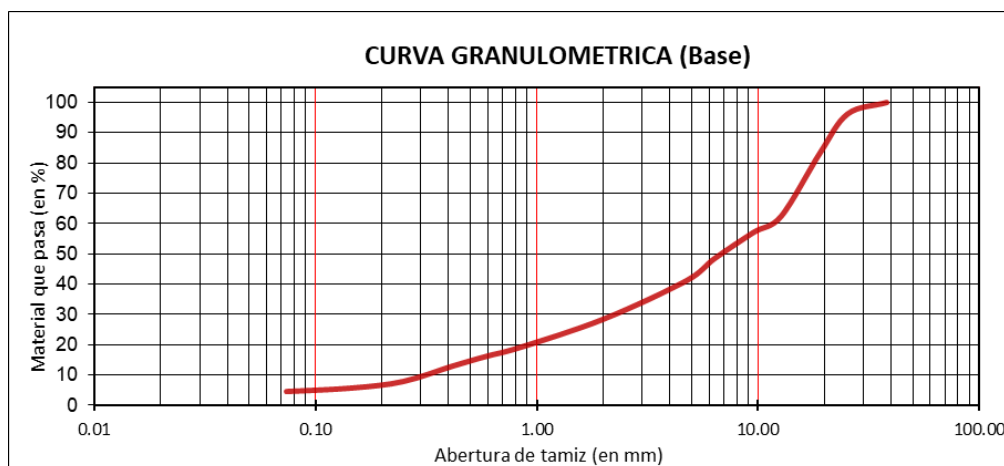
### - Ensayo de granulometría

Tabla 19. Granulometría en plataforma (Base)

Tamiz Nro.	Abertura (mm.)	Peso Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	52.60	3.76	3.76	96.24
3/4"	19.100	178.10	12.72	16.48	83.52
1/2"	12.700	294.40	21.03	37.51	62.49
3/8"	9.525	74.50	5.32	42.83	57.17
1/4"	6.350	120.80	8.63	51.46	48.54
N° 4	4.760	100.90	7.21	58.66	41.34
N° 10	2.000	178.50	12.75	71.41	28.59
N° 20	0.840	130.30	9.31	80.72	19.28
N° 30	0.590	41.30	2.95	83.67	16.33
N° 40	0.420	43.60	3.11	86.79	13.21
N° 60	0.250	71.70	5.12	91.91	8.09
N° 100	0.149	29.90	2.14	94.04	5.96
N° 200	0.074	17.00	1.21	95.26	4.74
PLATO		66.40	4.74	100.00	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>2400.00</b>	<b>100.00</b>		

FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

Figura 5. Curva granulométrica (Sub base)



FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

En la tabla 20 y figura 5 se muestra, según la clasificación AASHTO el material de base es de excelente a bueno, A-1-a (1), está compuesto por materiales granulares (35%

menos pasa por el tamiz N° 200) con fragmentos de roca, grava y arena, y considerando la clasificación SUCS se denomina GP, en donde encontramos grava mal graduada, suelos granos gruesos y gravas limpias.

- **Ensayo de índice de plasticidad**

Los resultados del ensayo realizado reportaron que el cerramiento de la ranura de la copa casa grande, fue con 13 golpes, por ende, se establece que el material es no plástico (NP).

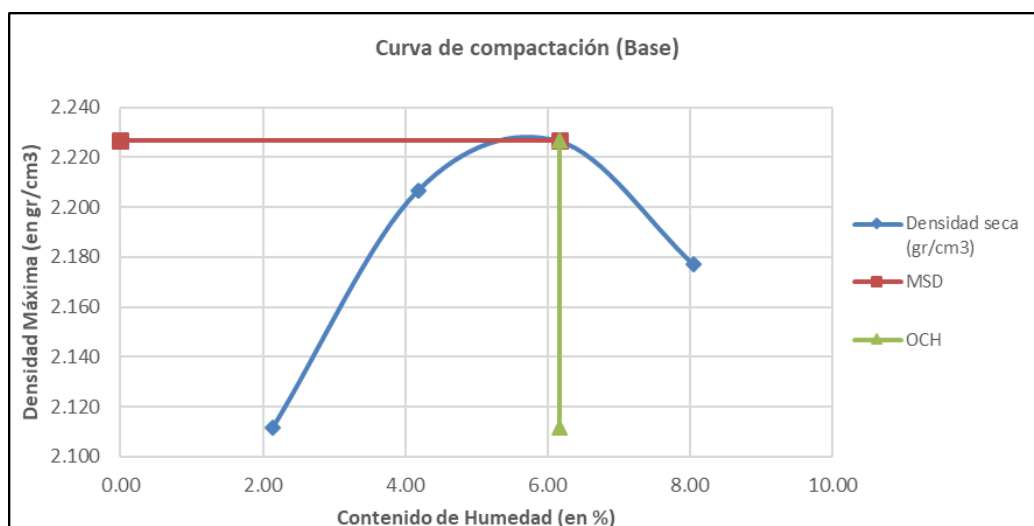
- **Ensayo de proctor modificado**

Tabla 20. Densidad seca y optimo contenido de humedad (Base)

Descripción		Ensayo N°01	Ensayo N°02	Ensayo N°03	Ensayo N°04
Psu + m	gr	7764.00	8066.00	8204.00	8180.00
Pm	gr	3174.00	3174.00	3174.00	3174.00
Psuhc	gr	4590.00	4892.00	5030.00	5006.00
Vm	cm <sup>3</sup>	2128.00	2128.00	2128.00	2128.00
Pvh	gr/cm <sup>3</sup>	2.16	2.30	2.36	2.35
R N°		16	4	26	28
Psh + t	gr	1192.50	748.20	945.00	935.70
Pss + t	gr	1169.30	723.00	898.00	876.00
t	87.50	120.10	135.00	135.00	
Pw	gr	23.20	25.20	47.00	59.70
Pss	gr	1081.80	602.90	763.00	741.00
Pvs	gr/cm <sup>3</sup>	2.112	2.207	2.227	2.177
Ch	%	2.14	4.18	6.16	8.06
<b>Densidad seca</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>2.227</b>			
<b>Optimo contenido de humedad</b>	<b>%</b>	<b>6.160</b>			

FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

Figura 6. Curva de compactación (Base)



FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

En este caso, la tabla 21 y figura 6 se muestran los efectos del material de base analizado y reporta una máxima densidad seca de 2.227 gr/cm<sup>3</sup>, asimismo, se indica que el óptimo contenido de humedad es de 6.160%. Estos valores obtenidos servirán de base para la aplicación del ensayo de C.B.R. correspondiente.

### - Ensayo CBR

Tabla 21. CBR – Compactación (Base)

Descripción	Nro. De Capas					
	56		25		12	
	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Pm + suh (g)	12876.00	12912.00	12576.00	12956.00	12476.00	1250.00
Pm (g)	8012.00	8012.00	7752.00	7752.00	7772.00	7772.00
Psuh (g)	4864.00	4900.00	4824.00	5204.00	4701.00	4730.00
Vm (cm <sup>3</sup> )	2090.00	2090.00	2272.00	2272.00	2221.00	2221.00
Dh (g/cm <sup>3</sup> )	2.327	2.344	2.123	2.290	2.118	2.130
t (N°)	4	4	1	1	19	19
Psuh + t (g)	732.30	4900.00	680.10	5204.00	795.50	4730.00
Pss + t (g)	697.20	4592.66	648.30	4549.38	755.00	4434.92
Pt (g)	103.10	0.00	121.50	0.00	87.50	0.00
Pw (g)	35.10	307.34	31.80	654.62	40.54	295.08
Pss (g)	594.10	4592.66	526.80	4549.38	667.50	4434.92
<b>Ch (%)</b>	<b>5.91</b>	<b>6.69</b>	<b>6.04</b>	<b>14.39</b>	<b>6.07</b>	<b>6.65</b>
<b>Dseca (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.197</b>	<b>2.197</b>	<b>2.002</b>	<b>2.002</b>	<b>1.997</b>	<b>1.997</b>

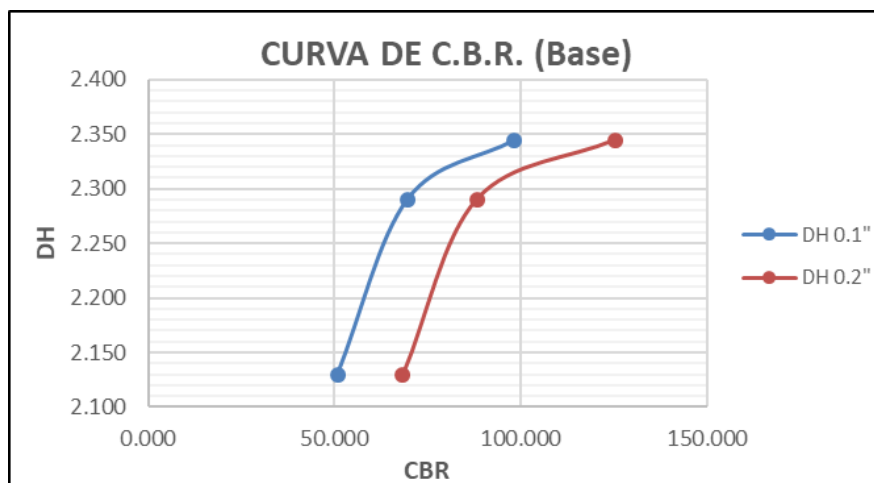
FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

Tabla 22. CBR – Penetración (Base)

Penetración		Molde N° 01						Molde N° 02				Molde N° 03								
Pulg.	mm	carga stand. patrón	Carga			Presión			Corrección			Carga			Presión			Corrección		
			LBS	Penetrac.	PSI M1	PSI(56)	CBR	LBS	Penetrac.	PSI M2	PSI(26)	CBR	LBS	Penetrac.	PSI M3	PSI(13)	CBR			
0.005	0.13		614.822	0.005	194.17	152.31		451.652	0.005	142.6396513	117.03		65.761	0.005	20.77	-8.96				
0.025	0.63		953.843	0.025	301.24	320.95		690.699	0.025	218.1348932	234.46		277.684	0.025	87.70	100.30				
0.050	1.27		1558.226	0.050	492.12	537.69		1134.684	0.050	358.3529108	385.56		654.440	0.050	206.68	237.14				
0.075	1.90		2354.842	0.075	743.70	759.36		1719.883	0.075	543.1690676	540.25		1151.029	0.075	363.52	373.59				
0.100	2.54	1000	3231.633	0.100	1020.61	984.18	98.42	2263.979	0.100	715.0042403	697.28	69.73	1615.461	0.100	510.19	508.93	50.89			
0.125	3.17		3870.143	0.125	1222.26	1210.35		2724.670	0.125	860.4983444	855.39		2107.621	0.125	665.62	642.44				
0.150	3.81		4478.911	0.150	1414.52	1436.10		3153.257	0.150	995.8536139	1013.33		2439.147	0.150	770.33	773.39				
0.200	5.08	1500	5964.038	0.200	1883.55	1879.14	125.28	4198.820	0.200	1326.060802	1323.62	88.24	3247.924	0.200	1025.75	1024.73	68.32			
0.300	7.62		8600.175	0.300	2716.09	2681.45		6054.721	0.300	1912.186703	1886.65		4683.523	0.300	1479.14	1464.94				
0.400	10.16		10251.167	0.400	3237.50	3276.73		7217.057	0.400	2279.27283	2305.77		5582.628	0.400	1763.09	1783.27				
0.500	12.70		11282.298	0.500	3563.15	3550.62		7942.997	0.500	2508.537539	2500.37		6144.167	0.500	1940.44	1933.46				
			<b>CBR 0.1"</b>			<b>98.42</b>			<b>CBR 0.1"</b>			<b>69.73</b>			<b>CBR 0.1"</b>			<b>50.89</b>		
			<b>CBR 0.2"</b>			<b>125.28</b>			<b>CBR 0.2"</b>			<b>88.24</b>			<b>CBR 0.2"</b>			<b>68.32</b>		

FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

Figura 7. Curva de C.B.R. (Base)



FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

Como se puede apreciar, los resultados del moldeo de C.B.R. de la tabla 23, para el material de base, siendo la densidad seca de 2.197 gr/cm<sup>3</sup> y contenido de humedad de 5.910%, los cuales difieren en 0.031 gr/cm<sup>3</sup> y 0.240% respectivamente con referencia de los resultados del Proctor modificado. Estas diferencias de los valores obtenidos se encuentran dentro de los parámetros óptimos establecidos.

Asimismo, en la tabla 24 y la figura 7, se representan los valores obtenidos de CBR, teniendo a 0.1" el valor de 98.42% y a 0.2" el valor de 125.28% a 56 golpes por cada capa. La grafica muestra las curvas que desarrollaron para 56, 26 y 13 golpes por capa, con diferentes humedades, con el objetivo de generar una familia de curvas que muestren la relación entre la densidad húmeda y CBR.

### 3.2. Material adicionado

#### Sub base con adición de cemento portland tipo I, en 0.5% del peso seco de material

##### - Ensayo de índice de plasticidad

Los resultados del ensayo realizado reportaron que el cerramiento de la ranura de la copa casa grande, fue con 14 golpes, por ende, se establece que el material es no plástico (NP).

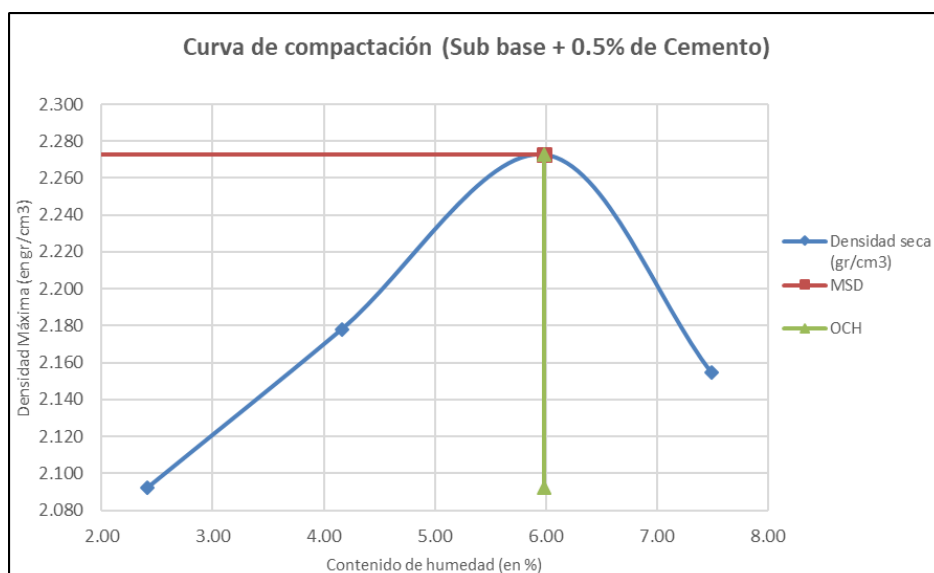
##### - Ensayo de proctor modificado

Tabla 23. Densidad seca y optimo contenido de humedad (Sub base + 0.5% de Cemento)

Descripción		Ensayo N°01	Ensayo N°02	Ensayo N°03	Ensayo N°04
Psu +m	gr	7734.00	8002.00	8300.00	8102.00
Pm	gr	3174.00	3174.00	3174.00	3174.00
Psuhc	gr	4560.00	4828.00	5126.00	4928.00
Vm	cm <sup>3</sup>	2128.00	2128.00	2128.00	2128.00
Pvh	gr/cm <sup>3</sup>	2.14	2.27	2.41	2.32
R N°		24	6	14	2
Psuh + t	gr	1191.20	918.00	937.30	698.30
Pss + t	gr	1166.60	885.90	890.30	656.10
t	148.00	114.70	105.30	92.70	
Pw	gr	24.60	32.10	47.00	42.20
Pss	gr	1018.60	771.20	785.00	563.40
Pvs	gr/cm <sup>3</sup>	2.092	2.178	2.273	2.154
Ch	%	2.42	4.16	5.99	7.49
<b>Dseca</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>			<b>2.271</b>	
<b>Optimo Ch</b>	<b>%</b>			<b>5.808</b>	

FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

Figura 8. Curva de compactación (Sub base + 0.5% de Cemento)



FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

En la tabla 24 y figura 8 se visualiza los valores del material de sub base con adición del 0.5% de cemento portland tipo I y reporta una máxima densidad seca de 2.271 gr/cm<sup>3</sup>, asimismo, se indica que el recomendable contenido de humedad es de 5.808%. Estos valores obtenidos servirán de base para la aplicación del ensayo de C.B.R. correspondiente.

### - Ensayo CBR

Tabla 24. CBR – Compactación (Sub base + 0.5% de Cemento)

Descripción	Nro. De Capas					
	56		25		12	
	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Pm + suh (g)	12824.00	12884.00	12818.00	12848.00	12594.00	12726.00
Pm (g)	7580.00	7580.00	8012.00	8012.00	7772.00	7772.00
Psuh (g)	5244.00	5304.00	4806.00	4836.00	4822.00	4954.00
Vm (cm <sup>3</sup> )	2272.00	2272.00	2090.00	2090.00	2221.00	2221.00
Dh (g/cm <sup>3</sup> )	2.308	2.335	2.300	2.314	2.171	2.231
t (N°)	10	10	4	4	5	5
Psu + t (g)	795.90	5304.00	779.30	4836.00	707.50	4954.00
Pss + t (g)	760.00	4960.23	744.00	4548.64	675.80	4568.17
Pt (g)	115.00	0.00	120.10	0.00	105.30	0.00
Pw (g)	36.90	343.77	35.30	287.36	31.70	385.83
Pss (g)	645.00	4960.23	623.90	4548.64	570.50	4567.17
<b>Ch (%)</b>	<b>5.72</b>	<b>6.93</b>	<b>5.66</b>	<b>6.32</b>	<b>5.56</b>	<b>8.45</b>
<b>Dseca (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.183</b>	<b>2.183</b>	<b>2.176</b>	<b>2.176</b>	<b>2.057</b>	<b>2.057</b>

FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

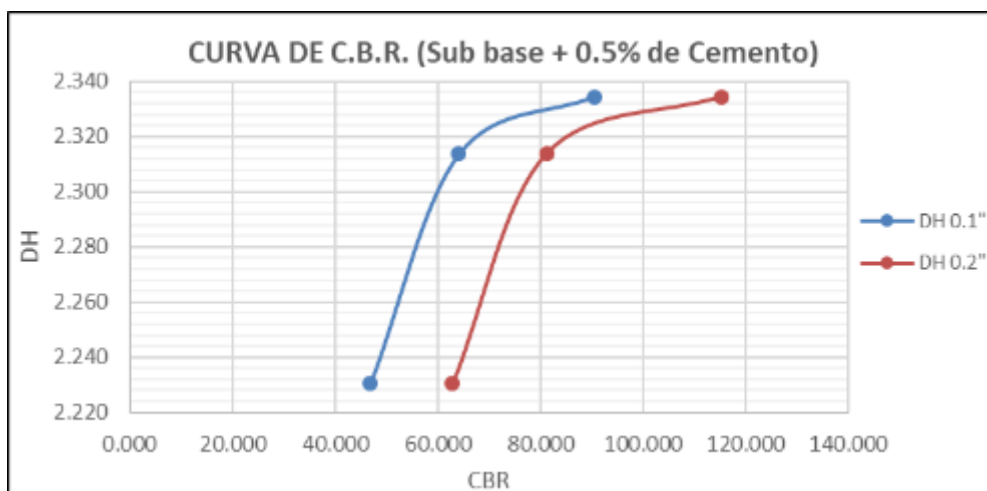
Tabla 25. CBR – Penetración (Sub base + 0.5% de Cemento)

Penetración		Molde N° 01						Molde N° 02				Molde N° 03								
Pulg.	mm	carga stand. patrón	Carga			Presión			Corrección			Carga			Presión			Corrección		
			LBS	Penetrac.	PSI M1	PSI(56)	CBR	LBS	Penetrac.	PSI M2	PSI(26)	CBR	LBS	Penetrac.	PSI M3	PSI(13)	CBR			
0.005	0.13		565.636	0.005	178.64	140.12		415.520	0.005	131.2284792	107.66		60.500	0.005	19.11	-8.25				
0.025	0.63		877.535	0.025	277.14	295.27		635.443	0.025	200.6841017	215.71		255.469	0.025	80.68	92.28				
0.050	1.27		1433.568	0.050	452.75	494.68		1043.909	0.050	329.684678	354.71		602.085	0.050	190.15	218.17				
0.075	1.90		2166.454	0.075	684.20	698.61		1582.292	0.075	499.7155422	497.03		1058.947	0.075	334.43	343.70				
0.100	2.54	1000	2973.102	0.100	938.96	905.45	90.54	2082.861	0.100	657.8039011	641.50	64.1	1486.224	0.100	469.38	468.21	46.82			
0.125	3.17		3560.532	0.125	1124.48	1113.52		2506.696	0.125	791.6584768	786.96		1939.011	0.125	612.37	591.04				
0.150	3.81		4120.599	0.150	1301.36	1321.21		2900.996	0.150	916.1853248	932.26		2244.015	0.150	708.70	711.52				
0.200	5.08	1500	5486.915	0.200	1732.86	1728.81	115.25	3862.914	0.200	1219.975938	1217.73	81.2	2988.090	0.200	943.69	942.75	62.85			
0.300	7.62		7912.161	0.300	2498.80	2466.94		5570.343	0.300	1759.211766	1735.72		4308.841	0.300	1360.81	1347.74				
0.400	10.16		9431.073	0.400	2978.50	3014.59		6639.692	0.400	2096.931004	2121.31		5136.018	0.400	1622.04	1640.61				
0.500	12.70		10379.714	0.500	3278.10	3266.57		7307.558	0.500	2307.854536	2300.34		5652.633	0.500	1785.20	1778.78				
			<b>CBR 0.1"</b>			<b>90.54</b>			<b>CBR 0.1"</b>			<b>64.15</b>			<b>CBR 0.1"</b>			<b>48.82</b>		
			<b>CBR 0.2"</b>			<b>115.25</b>			<b>CBR 0.2"</b>			<b>81.20</b>			<b>CBR 0.2"</b>			<b>62.85</b>		

FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL



Figura 9. Curva de C.B.R. (Sub base + 0.5% de Cemento)



FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

En este, la tabla 23, muestra el moldeo de C.B.R., para el material de sub base con adición del 0.5% de cemento portland tipo I, siendo la densidad seca de 2.183 gr/cm<sup>3</sup> y contenido de humedad de 5.720%, los cuales difieren en 0.088 gr/cm<sup>3</sup> y 0.088% respectivamente con referencia de los resultados del Proctor modificado. Estas diferencias de los valores obtenidos se encuentran dentro de los parámetros óptimos establecidos.

Asimismo, en la tabla 26 y la figura 9, se visualiza los valores obtenidos de CBR, teniendo a 0.1" el valor de 90.54% y a 0.2" el valor de 115.25% a 56 golpes por cada capa. La grafica muestra las curvas que desarrolló para 56, 26 y 13 golpes por capa, con diferentes humedades, con objeto de conseguir una variedad curvas que muestren la relación entre la densidad húmeda y CBR.

### Sub base con adición de cemento portland tipo I (1.0% del peso seco de material)

#### - Ensayo de índice de plasticidad

Los resultados del ensayo realizado reportaron que el cerramiento de la ranura de la copa casa grande, fue con 13 golpes, por ende, se establece que el material es no plástico (NP).

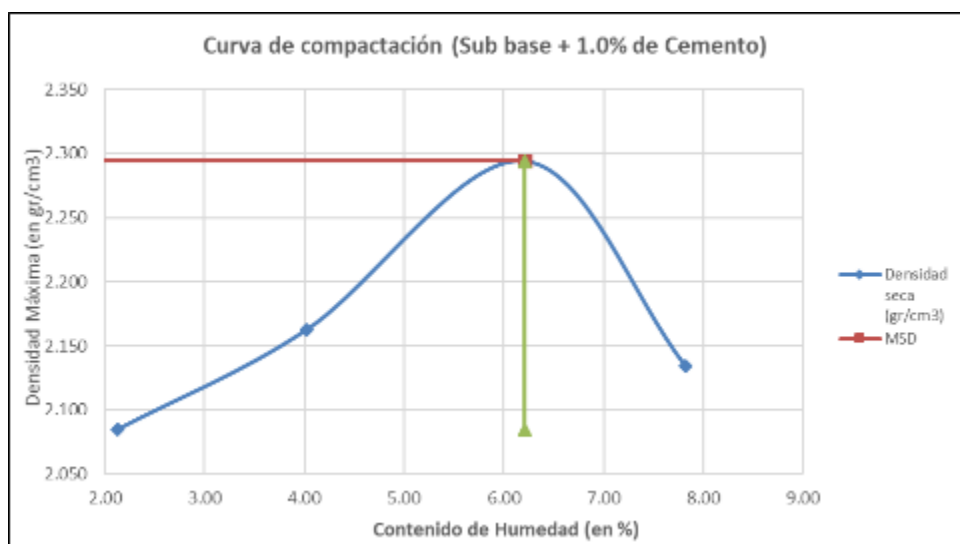
#### - Ensayo de proctor modificado

Tabla 26. Densidad seca y optimo contenido de humedad (Sub base + 1.0% de Cemento)

Descripción		Ensayo N°01	Ensayo N°02	Ensayo N°03	Ensayo N°04
Psu	gr	7706.00	7962.00	8360.00	8072.00
Pm	gr	3174.00	3174.00	3174.00	3174.00
Psuhc	gr	4532.00	4788.00	5186.00	4898.00
Vm	cm <sup>3</sup>	2128.00	2128.00	2128.00	2128.00
Pvh	gr/cm <sup>3</sup>	2.13	2.25	2.44	2.30
R N°		15	21	16	3
Psh + t	gr	685.60	1059.20	1090.20	756.70
Pss + t	gr	673.10	1024.80	1031.60	709.00
t	86.70	170.20	87.40	99.30	
Pw	gr	12.50	34.40	58.60	47.70
Pss	gr	586.40	854.60	944.20	609.70
Pvs	gr/cm <sup>3</sup>	2.085	2.163	2.295	2.135
Ch	%	2.13	4.03	6.21	7.82
<b>Dseca</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>			<b>2.295</b>	
<b>Optimo Ch</b>	<b>%</b>			<b>6.206</b>	

FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

Figura 10. Curva de compactación (Sub base + 1.0% de Cemento)



FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

Según la tabla 27 y figura 10, los valores del material de sub base con adición del 1.0% de cemento portland tipo I y reporta una máxima densidad seca de 2.295 gr/cm<sup>3</sup>, asimismo, se indica que el recomendable contenido de humedad es de 6.206%. Estos valores obtenidos servirán de base para la aplicación del ensayo de C.B.R. correspondiente.

### - Ensayo CBR

Tabla 27. CBR – Compactación (Sub base + 1.0% de Cemento)

Descripción	Nro. De Capas					
	56		25		12	
	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Pm + suh (g)	12630.00	12746.00	12464.00	12624.00	11878.00	12116.00
Pm (g)	7776.00	7776.00	7676.00	7676.00	7612.00	7612.00
Psuh (g)	4854.00	4970.00	4788.00	4948.00	4266.00	4504.00
Vm (cm <sup>3</sup> )	2214.00	2214.00	2278.00	2278.00	2294.00	2294.00
Dh (g/cm <sup>3</sup> )	2.192	2.245	2.102	2.172	1.860	1.963
t (N°)	6	6	2	2	4	4
Psuh + t (g)	792.40	4970.00	864.80	4948.00	854.80	4504.00
Pss +t (g)	755.00	4586.12	823.00	4529.06	814.00	4034.45
Pt (g)	114.70	0.00	91.90	0.00	103.10	0.00
Pw (g)	37.40	383.88	41.80	418.94	40.80	469.55
Pss (g)	640.30	4576.12	731.10	4529.06	710.90	4034.45
<b>Ch (%)</b>	<b>5.84</b>	<b>8.37</b>	<b>5.72</b>	<b>9.25</b>	<b>5.74</b>	<b>11.64</b>
<b>Dseca (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.071</b>	<b>2.071</b>	<b>1.988</b>	<b>1.988</b>	<b>1.756</b>	<b>1.759</b>

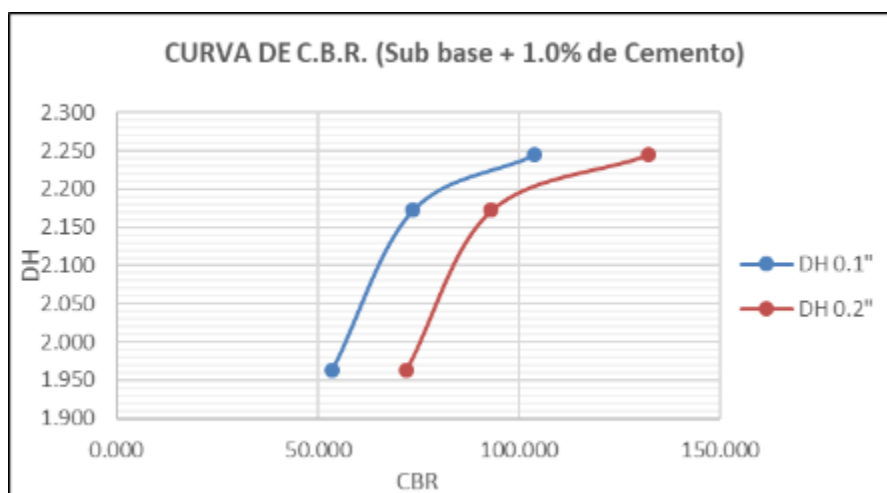
FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

Tabla 28. CBR – Penetración (Sub base + 1.0% de Cemento)

Penetración		Molde N° 01						Molde N° 02				Molde N° 03								
Pulg.	mm	carga stand. patrón	Carga		Presión		Corrección		Carga		Presión		Corrección		Carga		Presión		Corrección	
			LBS	Penetrac.	PSI MI	PSI(56)	CBR	LBS	Penetrac.	PSI M2	PSI(26)	CBR	LBS	Penetrac.	PSI M3	PSI(13)	CBR			
0.005	0.13		649.252	0.005	205.05	160.84			476.945	0.005	150.6274718	123.58			69.444	0.005	21.93	-9.46		
0.025	0.63		1007.258	0.025	318.11	338.92			729.378	0.025	230.3504472	247.59			293.234	0.025	92.61	105.92		
0.050	1.27		1645.487	0.050	519.67	567.80			1198.226	0.050	378.4206738	407.15			691.089	0.050	218.26	250.42		
0.075	1.90		2486.713	0.075	785.35	801.89			1816.196	0.075	573.5865354	570.50			1215.487	0.075	383.87	394.51		
0.100	2.54	1000	3412.604	0.100	1077.76	1039.29	103.93		2390.762	0.100	755.0444778	736.33	73.6		1705.926	0.100	538.76	537.43	53.74	
0.125	3.17		4086.871	0.125	1290.71	1278.13			2877.251	0.125	908.6862517	903.30			2225.647	0.125	702.90	678.41		
0.150	3.81		4729.731	0.150	1493.73	1516.52			3329.839	0.150	1051.621416	1070.07			2575.739	0.150	813.46	816.70		
0.200	5.08	1500	6298.024	0.200	1989.03	1984.38	132.29		4433.954	0.200	1400.320207	1397.74	93.2		3429.808	0.200	1083.19	1082.12	72.14	
0.300	7.62		9081.784	0.300	2868.19	2831.61			6393.785	0.300	2019.269158	1992.30			4945.801	0.300	1561.97	1546.98		
0.400	10.16		10825.232	0.400	3418.80	3460.23			7621.212	0.400	2406.912109	2434.89			5895.255	0.400	1861.82	1883.13		
0.500	12.70		11914.107	0.500	3762.68	3749.45			8387.805	0.500	2649.015641	2640.39			6488.240	0.500	2049.10	2041.73		
			<b>CBR 0.1"</b>			<b>103.93</b>			<b>CBR 0.1"</b>			<b>73.63</b>			<b>CBR 0.1"</b>			<b>53.74</b>		
			<b>CBR 0.2"</b>			<b>132.29</b>			<b>CBR 0.2"</b>			<b>93.20</b>			<b>CBR 0.2"</b>			<b>72.14</b>		

FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

Figura 11. Curva de C.B.R. (Sub base + 1.0% de Cemento)



FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

De la tabla 28, los resultados del moldeo de C.B.R., para el material de sub base con adición del 1.0% de cemento portland tipo I, siendo la densidad seca de 2.071 gr/cm<sup>3</sup> y contenido de humedad de 5.840%, los cuales difieren en 0.224 gr/cm<sup>3</sup> y 0.366% respectivamente con referencia de los resultados del Proctor modificado. Estas diferencias de los valores obtenidos se encuentran dentro de los parámetros óptimos establecidos.

Asimismo, en la tabla 29 y la figura 11, se visualiza los resultados obtenidos de CBR, teniendo a 0.1" el valor de 103.93% y a 0.2" el valor de 132.29% a 56 golpes por cada capa. Las graficas muestran las curvas que desarrolló para 56, 26 y 13 golpes por capa, con diferentes humedades, con el objeto de conseguir una variedad de curvas que reflejan la relación entre la densidad húmeda y CBR.

### Sub base con adición de cemento portland tipo I (1.5% del peso seco de material)

#### - Ensayo de índice de plasticidad

Los resultados del ensayo realizado reportaron que el cerramiento de la ranura de la copa casa grande, fue con 4 golpes, por ende, se establece que el material es no plástico (NP).

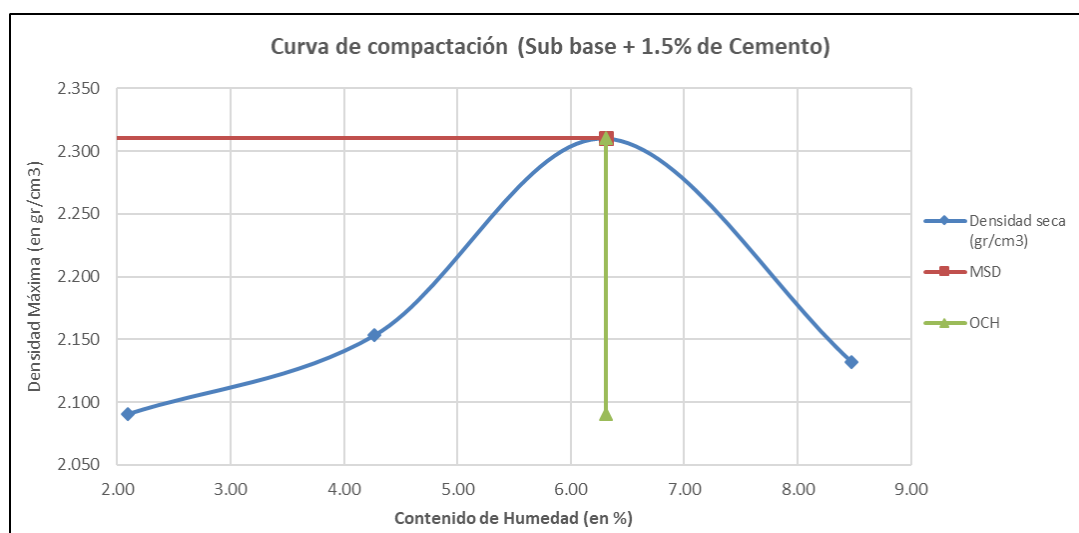
#### - Ensayo de proctor modificado

Tabla 29. Densidad seca y optimo contenido de humedad (Sub base + 1.5% de Cemento)

Descripción		Ensayo N°01	Ensayo N°02	Ensayo N°03	Ensayo N°04
Psu + m	gr	7716.00	7952.00	8400.00	8096.00
Pm	gr	3174.00	3174.00	3174.00	3174.00
Psuhc	gr	4542.00	4778.00	5226.00	4922.00
Vm	cm <sup>3</sup>	2128.00	2128.00	2128.00	2128.00
Pvh	gr/cm <sup>3</sup>	2.13	2.25	2.46	2.31
R N°		15	10	4	5
Psuh + t	gr	695.60	986.50	878.20	733.90
Pss + t	gr	683.10	950.80	833.20	684.80
t	86.70	115.00	120.10	105.50	
Pw	gr	12.50	35.70	45.00	49.10
Pss	gr	596.40	835.80	713.10	579.30
Pvs	gr/cm <sup>3</sup>	2.091	2.153	2.310	2.132
Ch	%	2.10	4.27	6.31	8.48
<b>Dseca</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>2.310</b>			
<b>Optimo Ch</b>	<b>%</b>	<b>6.310</b>			

FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

Figura 12. Curva de compactación (Sub base + 1.5% de Cemento)



FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

En la tabla 30 y figura 12 se visualiza los resultados del material de sub base con adición del 1.5% de cemento portland tipo I y reporta una máxima densidad seca de 2.310 gr/cm<sup>3</sup>, asimismo, se indica que el óptimo contenido de humedad es de 6.310%. Estos valores obtenidos servirán de base para la aplicación del ensayo de C.B.R. correspondiente.

### - Ensayo CBR

Tabla 30. CBR – Compactación (Sub base + 1.5% de Cemento)

Descripción	Nro. De Capas					
	56		25		12	
	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Pm + suh (g)	12848.00	12886.00	12846.00	12916.00	12714.00	12812.00
Pm (g)	7950.00	7950.00	8000.00	8000.00	8010.00	8010.00
Psuh (g)	4898.00	4936.00	4846.00	4916.00	4704.00	4802.00
Vm (cm <sup>3</sup> )	2126.00	2126.00	2132.00	2132.00	2118.00	2118.00
Dh (g/cm <sup>3</sup> )	2.304	2.322	2.273	2.306	2.221	2.267
t (N°)	1	1	14	14	22	22
Psuh + t (g)	743.60	4936.00	819.50	4916.00	793.90	4802.00
Pss + t (g)	708.60	4622.43	779.85	4577.27	754.10	4439.90
Pt (g)	121.50	0.00	104.50	0.00	85.00	0.00
Pa (g)	35.00	313.57	39.65	338.73	39.80	362.10
Pss (g)	587.10	4622.43	675.35	4577.27	669.10	4439.90
<b>Ch (%)</b>	<b>5.96</b>	<b>6.78</b>	<b>5.87</b>	<b>7.40</b>	<b>5.95</b>	<b>8.16</b>
<b>Dseca (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.174</b>	<b>2.174</b>	<b>2.147</b>	<b>2.147</b>	<b>2.096</b>	<b>2.096</b>

FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

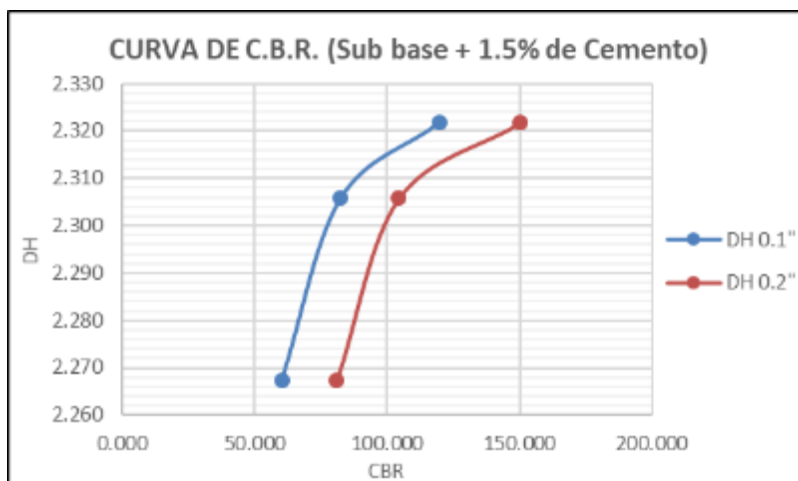
Tabla 31. CBR – Penetración (Sub base + 1.5% de Cemento)

Penetración		Molde N° 01					Molde N° 02					Molde N° 03								
Pulg.	mm	carga stand. patrón	Carga		Presión		Corrección		Carga		Presión		Corrección		Carga		Presión		Corrección	
			LBS	Penetrac.	PSI M1	PSI(56)	CBR	LBS	Penetrac.	PSI M2	PSI(26)	CBR	LBS	Penetrac.	PSI M3	PSI(13)	CBR			
0.005	0.13		827.949	0.005	261.48	211.92		534.756	0.005	168.8853472	138.56		77.861	0.005	24.59	-10.61				
0.025	0.63		1229.350	0.025	388.25	411.59		817.788	0.025	258.2717135	277.60		328.777	0.025	103.83	118.76				
0.050	1.27		1944.940	0.050	614.25	668.21		1343.465	0.050	424.2898464	456.50		774.857	0.050	244.71	280.77				
0.075	1.90		2888.133	0.075	912.12	930.67		2036.341	0.075	643.112176	639.65		1362.819	0.075	430.40	442.33				
0.100	2.54	1000	3926.253	0.100	1239.98	1196.85	119.69	2680.551	0.100	846.5650206	825.58	82.6	1912.705	0.100	604.07	602.57	60.26			
0.125	3.17		4682.249	0.125	1478.74	1464.64		3226.009	0.125	1018.83004	1012.79		2495.423	0.125	788.10	760.65				
0.150	3.81		5403.031	0.150	1706.37	1731.92		3733.456	0.150	1179.090679	1199.78		2887.950	0.150	912.06	915.69				
			7161.421	0.200	2261.70	2256.49	150.43	4971.403	0.200	1570.05599	1567.17	104.5	3845.542	0.200	1214.49	1213.28	80.89			
0.200	5.08	1500																		
0.300	7.62		10282.607	0.300	3247.43	3206.42		7168.789	0.300	2264.029056	2233.80		5545.292	0.300	1751.30	1734.49				
0.400	10.16		12237.381	0.400	3864.78	3911.23		8544.995	0.400	2698.659031	2730.03		6609.832	0.400	2087.50	2111.39				
0.500	12.70		13458.241	0.500	4250.35	4235.51		9404.509	0.500	2970.108446	2960.44		7274.694	0.500	2297.48	2289.22				
			<b>CBR 0.1"</b>			<b>119.69</b>			<b>CBR 0.1"</b>			<b>82.56</b>			<b>CBR 0.1"</b>			<b>60.26</b>		
			<b>CBR 0.2"</b>			<b>150.43</b>			<b>CBR 0.2"</b>			<b>104.50</b>			<b>CBR 0.2"</b>			<b>80.89</b>		

FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL



Figura 13. Curva de C.B.R. (Sub base + 1.5% de Cemento)



FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

Para la tabla 31, los valores del moldeo de C.B.R., para el material de sub base con adición del 1.5% de cemento portland tipo I, siendo la densidad seca de 2.174 gr/cm<sup>3</sup> y contenido de humedad de 5.960%, los cuales difieren en 0.136 gr/cm<sup>3</sup> y 0.35% respectivamente con referencia de los resultados del Proctor modificado. Estas diferencias de los valores obtenidos se encuentran dentro de los parámetros óptimos establecidos.

Asimismo, la tabla 32 y la figura 13, reflejan los valores obtenidos de CBR, teniendo a 0.1'' el valor de 119.69% y a 0.2'' el valor de 150.43% a 56 golpes por cada capa. La grafica de curvas que desarrolló para 56, 26 y 13 golpes por capa, con diferentes humedades, con el objeto de conseguir una variedad de curvas que muestran la relación entre la densidad húmeda y CBR.

**Base con adición de cemento portland tipo I (0.5% del peso seco de material)**

**- Ensayo de índice de plasticidad**

Los resultados del ensayo realizado reportaron que el cerramiento de la ranura de la copa casa grande, fue con 12 golpes, por ende, se establece que el material es no plástico (NP).

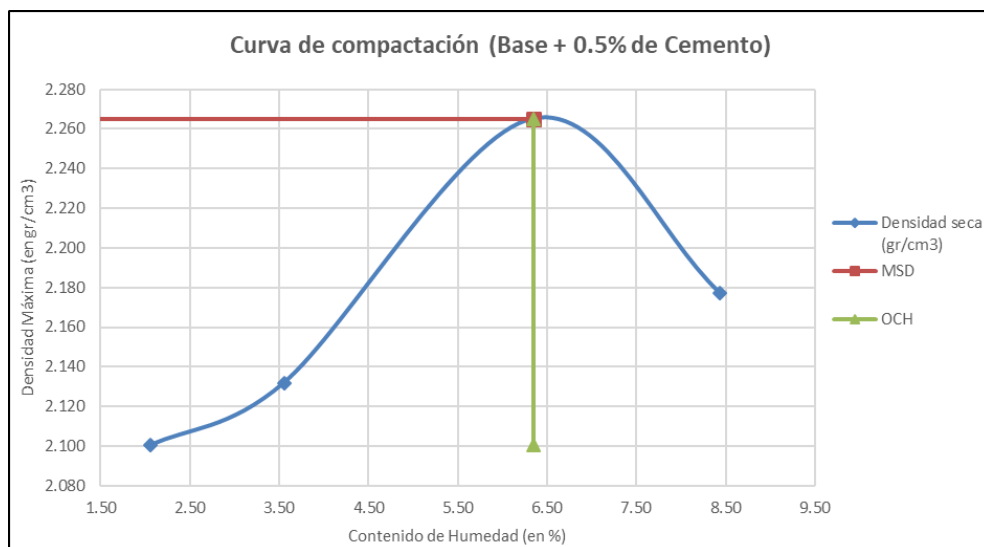
**- Ensayo de proctor modificado**

Tabla 32. Densidad seca y optimo contenido de humedad (Base + 0.5% de Cemento)

Descripción		Ensayo N°01	Ensayo N°02	Ensayo N°03	Ensayo N°04
Psu + m	gr	7736.00	7872.00	8300.00	8198.00
Pm	gr	3174.00	3174.00	3174.00	3174.00
Psuhc	gr	4562.00	4698.00	5126.00	5024.00
Vm	cm <sup>3</sup>	2128.00	2128.00	2128.00	2128.00
Pvh	gr/cm <sup>3</sup>	2.14	2.21	2.41	2.36
R N°		2	3	14	24
Psuh + t	gr	650.70	725.50	894.10	1449.20
Pss + t	gr	639.40	704.00	847.00	1348.00
t	91.90	99.30	104.50	148.50	
Pw	gr	11.30	21.50	47.10	101.20
Pss	gr	547.50	604.70	742.50	1199.50
Pvs	gr/cm <sup>3</sup>	2.100	2.132	2.265	2.177
Ch	%	2.06	3.56	6.34	8.44
<b>Dseca</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>			<b>2.265</b>	
<b>Optimo Ch</b>	<b>%</b>			<b>6.343</b>	

FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

Figura 14. Curva de compactación (Base + 0.5% de Cemento)



FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

En este, la tabla 33 y figura 14 se visualiza los resultados del material de base con adición del 0.5% de cemento portland tipo I y reporta una máxima densidad seca de 2.265 gr/cm<sup>3</sup>, asimismo, se indica que el contenido de humedad es de 6.343%. Estos valores obtenidos servirán de base para la aplicación del ensayo de C.B.R. correspondiente.

### - Ensayo CBR

Tabla 33. CBR – Compactación (Base + 0.5% de Cemento)

Descripción	Nro. De Capas					
	56		25		12	
	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Pm + suh (g)	12746.00	12788.00	12665.00	12750.00	12566.00	12618.00
Pm (g)	7900.00	7900.00	7910.00	7910.00	7944.00	7944.00
Psuh (g)	4846.00	4888.00	4755.00	4840.00	4622.00	4674.00
Vm (cm <sup>3</sup> )	2126.00	2126.00	2132.00	2132.00	2118.00	2118.00
Dh (g/cm <sup>3</sup> )	2.279	2.299	2.230	2.270	2.182	2.207
t (N°)	2	2	5	5	21	21
Psuh + t (g)	665.60	4888.00	708.50	4840.00	1016.50	4674.00
Pss + t (g)	634.00	4579.08	679.90	4529.47	971.60	4376.78
Pt (g)	91.90	0.00	105.50	0.00	170.20	0.00
Pw (g)	31.60	308.92	28.26	310.53	44.90	297.22
Pss (g)	542.10	4579.08	574.40	4529.47	801.40	4376.78
<b>Ch (%)</b>	<b>5.83</b>	<b>6.75</b>	<b>4.98</b>	<b>6.86</b>	<b>5.60</b>	<b>6.79</b>
<b>Dseca (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.154</b>	<b>2.154</b>	<b>2.125</b>	<b>2.125</b>	<b>2.066</b>	<b>2.066</b>

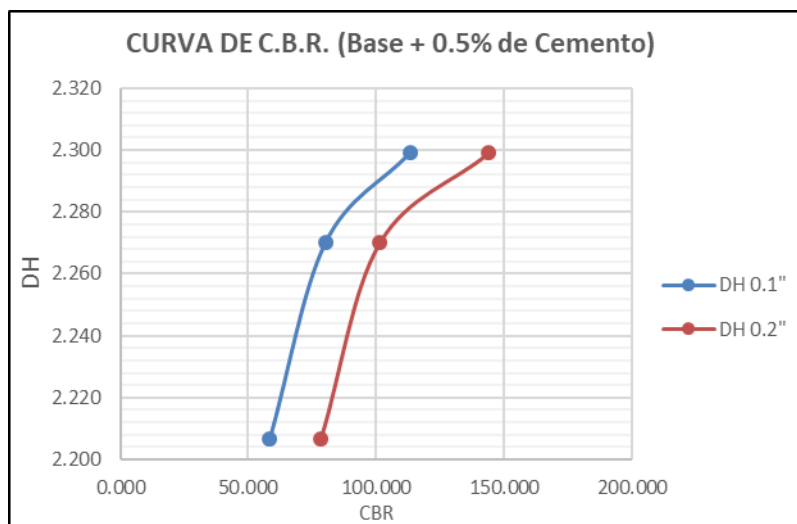
FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

Tabla 34. CBR – Penetración (Base + 0.5% de Cemento)

Penetración		Molde N° 01					Molde N° 02					Molde N° 03								
Pulg.	mm	carga stand. patrón	Carga		Presión			Carga		Presión			Carga		Presión					
			LBS	Penetrac.	PSI M1	PSI(56)	CBR	LBS	Penetrac.	PSI M2	PSI(26)	CBR	LBS	Penetrac.	PSI M3	PSI(13)	CBR			
0.005	0.13		707.045	0.005	223.30	175.16		519.400	0.005	164.035599	134.58		75.626	0.005	23.88	-10.31				
0.025	0.63		1096.919	0.025	346.43	369.09		794.304	0.025	250.8551272	269.63		319.336	0.025	100.85	115.35				
0.050	1.27		1791.960	0.050	565.93	618.35		1304.886	0.050	412.1058475	443.39		752.606	0.050	237.69	272.71				
0.075	1.90		2708.068	0.075	855.26	873.27		1977.865	0.075	624.6444277	621.29		1323.684	0.075	418.04	429.63				
0.100	2.54	1000	3716.377	0.100	1173.70	1131.81	113.18	2603.576	0.100	822.2548764	801.87	80.2	1857.780	0.100	586.72	585.27	58.53			
0.125	3.17		4450.664	0.125	1405.60	1391.91		3133.370	0.125	989.573096	983.70		2423.764	0.125	765.47	738.80				
0.150	3.81		5150.748	0.150	1626.70	1651.51		3626.245	0.150	1145.231656	1165.33		2805.019	0.150	885.87	889.40				
			6858.644	0.200	2166.08	2161.02	144.07	4828.643	0.200	1524.969923	1522.16	101.5	3735.112	0.200	1179.61	1178.44	78.56			
0.200	5.08	1500																		
0.300	7.62		9890.201	0.300	3123.50	3083.67		6962.929	0.300	2199.014708	2169.65		5386.052	0.300	1701.01	1684.68				
0.400	10.16		11788.842	0.400	3723.12	3768.24		8299.615	0.400	2621.163755	2651.64		6420.022	0.400	2027.56	2050.76				
0.500	12.70		12974.643	0.500	4097.62	4083.21		9134.447	0.500	2884.81817	2875.43		7065.792	0.500	2231.50	2223.48				
			<b>CBR 0.1"</b>			<b>113.18</b>			<b>CBR 0.1"</b>			<b>80.19</b>			<b>CBR 0.1"</b>			<b>58.53</b>		
			<b>CBR 0.2"</b>			<b>144.07</b>			<b>CBR 0.2"</b>			<b>101.50</b>			<b>CBR 0.2"</b>			<b>78.56</b>		

FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

Figura 15. Curva de C.B.R. (Base + 0.5% de Cemento)



FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

En la tabla 34, describe los valores del moldeo de C.B.R., para el material de base con adición del 0.5% de cemento portland tipo I, siendo la densidad seca de  $2.154 \text{ gr/cm}^3$  y contenido de humedad de 5.830%, los cuales difieren en  $0.111 \text{ gr/cm}^3$  y 0.513% respectivamente con referencia de los resultados del Proctor modificado. Estas diferencias de los valores obtenidos se encuentran dentro de los parámetros óptimos establecidos.

Asimismo, en la tabla 35 y la figura 15, se visualiza los resultados obtenidos de CBR, teniendo a 0.1" el valor de 113.18% y a 0.2" el valor de 144.07% a 56 golpes por cada capa. Las curvas se desarrollaron para 56, 26 y 13 golpes por capa, con diferentes humedades, con el objeto de obtener una variedad de curvas que muestran la relación entre la densidad húmeda y CBR.

**Base con adición de cemento portland tipo I (1.0% del peso seco de material)**

**- Ensayo de índice de plasticidad**

Los resultados del ensayo realizado reportaron que el cerramiento de la ranura de la copa casa grande, fue con 10 golpes, por ende, se establece que el material es no plástico (NP).

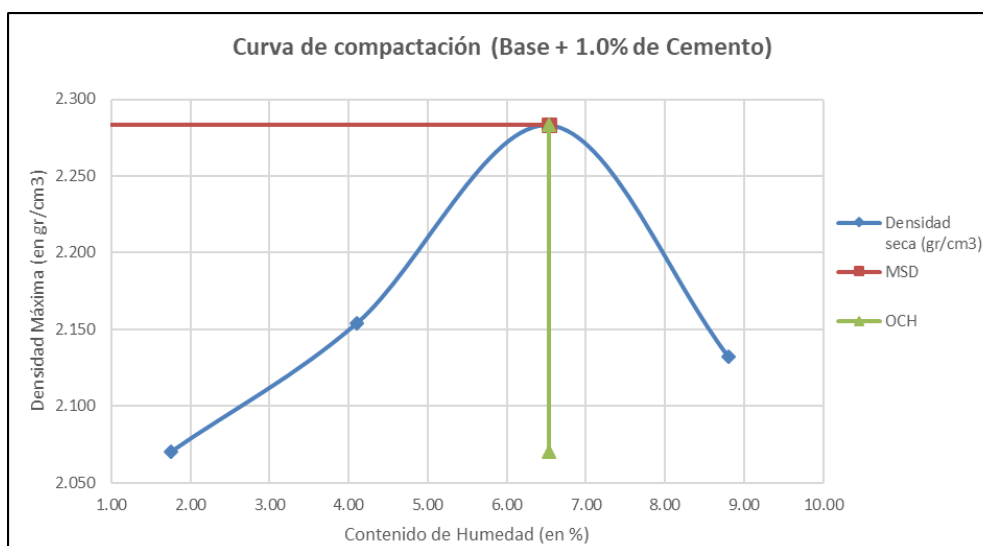
**- Ensayo de proctor modificado**

Tabla 35. Densidad seca y optimo contenido de humedad (Base + 1.0% de Cemento)

Descripción		Ensayo N°01	Ensayo N°02	Ensayo N°03	Ensayo N°04
Psu + m	gr	7656.00	7946.00	8350.00	8110.00
Pm	gr	3174.00	3174.00	3174.00	3174.00
Psuhc	gr	4482.00	4772.00	5176.00	4936.00
Vm	cm <sup>3</sup>	2128.00	2128.00	2128.00	2128.00
Pvh	gr/cm <sup>3</sup>	2.11	2.24	2.43	2.32
R N°		15	5	21	2
Psuh + t	gr	802.30	960.70	1433.50	936.40
Pss + t	gr	790.00	927.00	1356.00	870.00
t	86.70	105.50	170.20	115.40	
Pw	gr	12.30	33.70	77.50	66.40
Pss	gr	703.30	821.50	1185.80	754.60
Pvs	gr/cm <sup>3</sup>	2.070	2.154	2.283	2.132
Ch	%	1.75	4.10	6.54	8.80
<b>Ds</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>2.283</b>			
<b>Óptimo Ch</b>	<b>%</b>	<b>6.536</b>			

FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

Figura 16. Curva de compactación (Base + 1.0% de Cemento)



FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

En la tabla 36 y figura 16 se visualiza los valores del material de base con adición del 1.0% de cemento portland tipo I y reporta una máxima densidad seca de 2.283 gr/cm<sup>3</sup>, asimismo, se indica que el adecuado contenido de humedad es de 6.536%. Estos valores obtenidos servirán de base para la aplicación del ensayo de C.B.R. correspondiente.

### - Ensayo CBR

Tabla 36. CBR – Compactación (Base + 1.0% de Cemento)

Descripción	Nro. De Capas					
	56		25		12	
	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Pm + suh (g)	12696.00	12704.00	12625.00	12775.00	11899.00	11944.00
Pm (g)	7776.00	7776.00	7676.00	7676.00	7212.00	7212.00
Psuh (g)	4920.00	4928.00	4949.00	5099.00	4687.00	4732.00
Vm (cm <sup>3</sup> )	2114.00	2114.00	2278.00	2278.00	2294.00	2294.00
Dh (g/cm <sup>3</sup> )	2.327	2.331	2.173	2.238	2.043	2.063
t (N°)	5	5	10	10	16	16
Psuh + t (g)	700.20	4928.00	745.80	5099.00	942.80	4732.00
Pss + t (g)	662.60	4618.46	709.70	4665.77	894.80	4424.02
Pt (g)	86.70	0.00	115.00	0.00	87.30	0.00
Pw (g)	37.60	309.54	36.10	433.23	48.00	307.98
Pss (g)	575.90	4618.46	594.70	4665.77	807.50	4424.02
<b>Ch (%)</b>	<b>6.53</b>	<b>6.70</b>	<b>6.70</b>	<b>9.29</b>	<b>5.94</b>	<b>6.96</b>
<b>Dseca (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.185</b>	<b>2.185</b>	<b>2.048</b>	<b>2.048</b>	<b>1.929</b>	<b>1.929</b>

FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

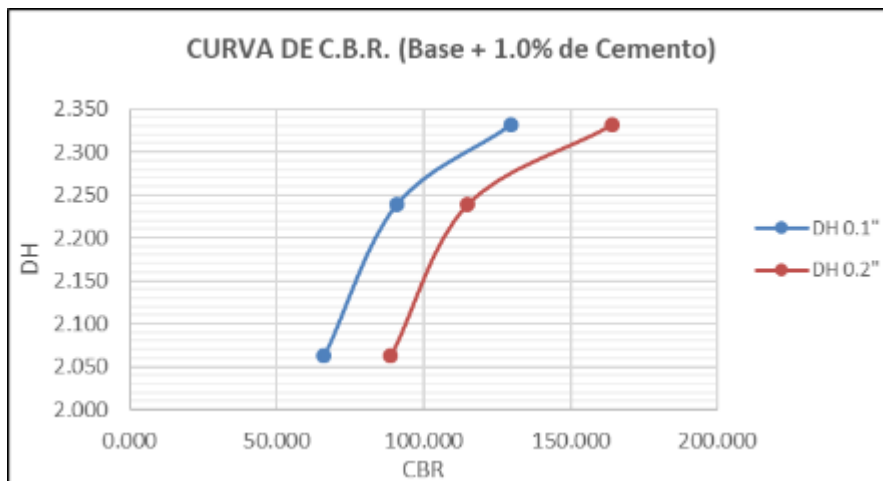
Tabla 37. CBR – Penetración (Base + 1.0% de Cemento)

Penetración		Molde N° 01					Molde N° 02					Molde N° 03								
Pulg.	mm	carga stand. patrón	Carga		Presión		Corrección		Carga		Presión		Corrección		Carga		Presión		Corrección	
			LBS	Penetrac.	PSI M1	PSI(56)	CBR	LBS	Penetrac.	PSI M2	PSI(26)	CBR	LBS	Penetrac.	PSI M3	PSI(13)	CBR			
0.005	0.13		849.268	0.005	268.21	213.79		587.148	0.005	185.4315467	152.13		85.490	0.005	27.00	-11.65				
0.025	0.63		1289.995	0.025	407.40	433.03		897.909	0.025	283.5753611	304.80		360.989	0.025	114.01	130.39				
0.050	1.27		2075.694	0.050	655.54	714.79		1475.089	0.050	465.8587841	501.22		850.772	0.050	268.69	308.28				
0.075	1.90		3111.294	0.075	982.60	1002.96		2235.848	0.075	706.1197879	702.32		1496.338	0.075	472.57	485.66				
0.100	2.54	1000	4251.122	0.100	1342.58	1295.22	129.52	2943.173	0.100	929.5055124	906.46	90.6	2100.099	0.100	663.25	661.61	66.16			
0.125	3.17		5081.186	0.125	1604.73	1589.25		3542.071	0.125	1118.647848	1112.01		2739.907	0.125	865.31	835.17				
0.150	3.81		5872.585	0.150	1854.67	1882.72		4099.234	0.150	1294.609698	1317.33		3170.891	0.150	1001.42	1005.41				
			7803.250	0.200	2464.40	2458.68	163.91	5458.466	0.200	1723.879043	1720.71	114.7	4222.301	0.200	1333.48	1332.15	88.81			
0.200	5.08	1500																		
0.300	7.62		11230.227	0.300	3546.70	3501.68		7871.137	0.300	2485.842713	2452.65		6088.580	0.300	1922.88	1904.42				
0.400	10.16		13376.517	0.400	4224.54	4275.54		9382.174	0.400	2963.05468	2997.50		7257.417	0.400	2292.02	2318.25				
0.500	12.70		14716.988	0.500	4647.88	4631.59		10325.897	0.500	3261.098801	3250.49		7987.417	0.500	2522.57	2513.50				
			<b>CBR 0.1"</b>		<b>129.52</b>		<b>CBR 0.1"</b>		<b>90.65</b>		<b>CBR 0.1"</b>		<b>66.16</b>							
			<b>CBR 0.2"</b>		<b>163.91</b>		<b>CBR 0.2"</b>		<b>114.70</b>		<b>CBR 0.2"</b>		<b>88.81</b>							

FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL



Figura 17. Curva de C.B.R. (Base + 1.0% de Cemento)



FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

Los resultados del moldeo de C.B.R. en la tabla 37, para el material de base con adición del 1.0% de cemento portland tipo I, siendo la densidad seca de 2.185 gr/cm<sup>3</sup> y contenido de humedad de 6.530%, los cuales difieren en 0.098 gr/cm<sup>3</sup> y 0.006% respectivamente con referencia de los resultados del Proctor modificado. Estas diferencias de los valores obtenidos se encuentran dentro de los parámetros óptimos establecidos.

Asimismo, para la tabla 38 y la figura 17, se visualiza los valores obtenidos de CBR, teniendo a 0.1" el valor de 129.52% y a 0.2" el valor de 163.91% a 56 golpes por cada capa. Las curvas se desarrollaron para 56, 26 y 13 golpes por capa, con diferentes humedades, con el fin de obtener una familia de curvas que muestran la relación entre la densidad húmeda y CBR.

**Base con adición de cemento portland tipo I (1.5% del peso seco de material)**

**- Ensayo de índice de plasticidad**

Los resultados del ensayo realizado reportaron que el cerramiento de la ranura de la copa casa grande, fue con 8 golpes, por ende, se establece que el material es no plástico (NP).

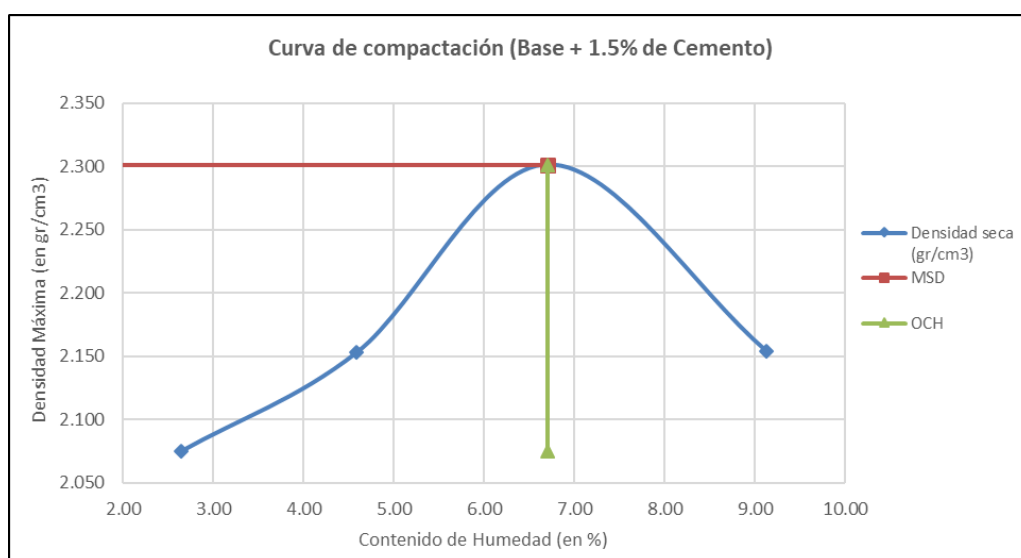
**- Ensayo de proctor modificado**

Tabla 38. Densidad seca y optimo contenido de humedad (Base + 1.5% de Cemento)

Descripción		Ensayo N°01	Ensayo N°02	Ensayo N°03	Ensayo N°04
Psu + m	gr	7706.00	7966.00	8400.00	8176.00
Pm	gr	3174.00	3174.00	3174.00	3174.00
Psuhc	gr	4532.00	4792.00	5226.00	5002.00
Vm	cm <sup>3</sup>	2128.00	2128.00	2128.00	2128.00
Pvh	gr/cm <sup>3</sup>	2.13	2.25	2.46	2.35
R N°		4	1	19	2
Psuh + t	gr	818.40	841.60	748.70	949.70
Pss + t	gr	800.00	810.00	707.00	878.00
t	103.10	121.10	85.30	91.90	
Pw	gr	18.40	31.60	41.70	71.70
Pss	gr	696.90	688.90	621.70	786.10
Pvs	gr/cm <sup>3</sup>	2.075	2.153	2.301	2.154
Ch	%	2.64	4.59	6.71	9.12
<b>Dseca</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>	<b>2.301</b>			
<b>Óptimo Ch</b>	<b>%</b>	<b>6.707</b>			

FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

Figura 18. Curva de compactación (Base + 1.5% de Cemento)



FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

En la tabla 39 y figura 18 se visualiza los resultados del material de base con adición del 1.5% de cemento portland tipo I y reporta una máxima densidad seca de 2.301 gr/cm<sup>3</sup>, asimismo, se indica que el óptimo contenido de humedad es de 6.707%. Estos valores obtenidos servirán de base para la aplicación del ensayo de C.B.R. correspondiente.

## - Ensayo CBR

Tabla 39. CBR – Compactación (Base + 1.5% de Cemento)

Descripción	Nro. De Capas					
	56		25		12	
	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Pm + suh (g)	12970.00	13050.00	12244.00	12654.00	12051.00	12300.00
Pm (g)	8080.00	8080.00	8012.00	8012.00	8052.00	8052.00
Psuh (g)	4890.00	4970.00	4232.00	4642.00	3999.00	4248.00
Vm (cm <sup>3</sup> )	2114.00	2114.00	2090.00	2090.00	2132.00	2132.00
Dh (g/cm <sup>3</sup> )	2.313	2.351	2.025	2.221	1.876	1.992
t (N°)	17	17	23	23	6	6
Psuh + t (g)	582.80	4970.00	367.10	4642.00	388.50	4248.00
Pss + t (g)	551.20	4582.31	354.20	3984.96	371.40	3749.25
Pt (g)	80.60	0.00	146.40	0.00	114.70	0.00
Pw (g)	31.60	387.69	12.90	657.36	17.10	498.75
Pss (g)	470.60	4582.31	207.80	3984.64	256.70	3749.25
<b>Ch (%)</b>	<b>6.71</b>	<b>8.46</b>	<b>6.21</b>	<b>16.50</b>	<b>6.66</b>	<b>13.30</b>
<b>Dseca (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.168</b>	<b>2.168</b>	<b>1.907</b>	<b>1.907</b>	<b>1.759</b>	<b>1.759</b>

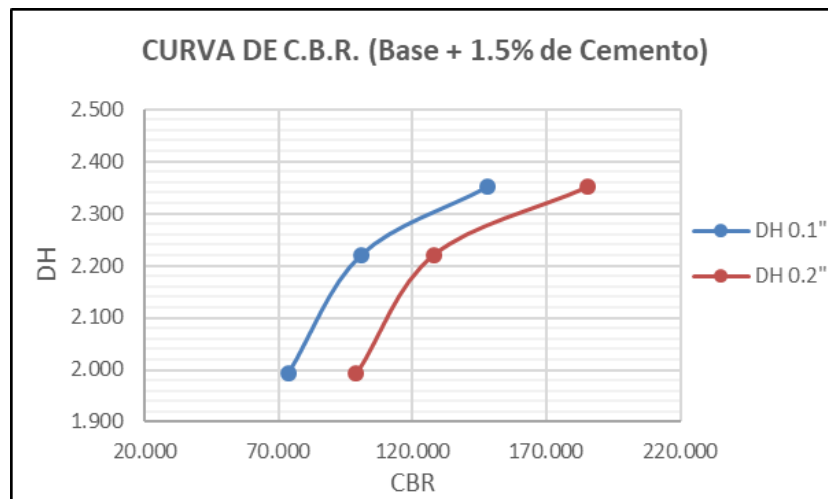
FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

Tabla 40. CBR – Penetración (Base + 1.5% de Cemento)

Penetración		Molde N° 01						Molde N° 02						Molde N° 03						
Pulg.	mm	carga stand. patrón	Carga			Presión			Carga			Presión			Carga					
			LBS	Penetrac.	PSI M1	PSI(56)	CBR	LBS	Penetrac.	PSI M2	PSI(26)	CBR	LBS	Penetrac.	PSI M3	PSI(13)	CBR			
0.005	0.13		1053.491	0.005	332.71	271.11		654.896	0.005	206.8274944	169.69		95.354	0.005	30.11	-13.00				
0.025	0.63		1545.072	0.025	487.96	516.54		1001.514	0.025	316.2955951	339.97		402.641	0.025	127.16	145.44				
0.050	1.27		2421.428	0.050	764.73	831.73		1645.291	0.050	519.6117207	559.06		948.938	0.050	299.69	343.85				
0.075	1.90		3576.521	0.075	1129.53	1153.86		2493.830	0.075	787.595148	783.36		1668.992	0.075	527.10	541.70				
0.100	2.54	1000	4865.867	0.100	1536.73	1480.35	148.04	3282.770	0.100	1036.756148	1011.06	101.1	2342.418	0.100	739.78	737.95	73.79			
0.125	3.17		5773.707	0.125	1823.44	1808.64		3950.771	0.125	1247.722599	1240.32		3056.050	0.125	965.15	931.53				
0.150	3.81		6656.422	0.150	2102.21	2136.14		4572.222	0.150	1443.98774	1469.32		3536.763	0.150	1116.97	1121.41				
0.200	5.08	1500	8832.855	0.200	2789.57	2778.52	185.23	6088.289	0.200	1922.788163	1919.25	128.0	4709.490	0.200	1487.34	1485.86	99.06			
0.300	7.62		12632.253	0.300	3989.49	3940.79		8779.345	0.300	2772.670719	2735.65		6791.109	0.300	2144.75	2124.16				
0.400	10.16		15026.191	0.400	4745.53	4802.59		10464.733	0.400	3304.945604	3343.37		8094.811	0.400	2556.48	2585.74				
0.500	12.70		16521.333	0.500	5217.73	5199.35		11517.346	0.500	3637.379432	3625.54		8909.042	0.500	2813.63	2803.52				
			<b>CBR 0.1"</b>			<b>148.04</b>			<b>CBR 0.1"</b>			<b>101.11</b>			<b>CBR 0.1"</b>			<b>73.79</b>		
			<b>CBR 0.2"</b>			<b>185.23</b>			<b>CBR 0.2"</b>			<b>128.00</b>			<b>CBR 0.2"</b>			<b>99.06</b>		

FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

Figura 19. Curva de C.B.R. (Base + 1.5% de Cemento)



FUENTE: Laboratorio de suelos y concreto Inversiones Licera EIRL

En la tabla 40 se muestra los resultados del moldeo de C.B.R., para el material de base con adición del 1.5% de cemento portland tipo I, siendo la densidad seca de 2.168 gr/cm<sup>3</sup> y contenido de humedad de 6.710%, los cuales difieren en 0.133 gr/cm<sup>3</sup> y 0.003% respectivamente con referencia de los resultados del Proctor modificado. Estas diferencias de los valores obtenidos se encuentran cumpliendo los requisitos establecidos.

Asimismo, en la tabla 41 y la figura 19, se visualiza los resultados obtenidos de CBR, teniendo a 0.1" el valor de 148.04% y a 0.2" el valor de 185.23% a 56 golpes por cada capa. Las gráficas muestran las curvas que desarrollaron para 56, 26 y 13 golpes por capa, con diferentes humedades, con el objetivo de conseguir una variedad de curvas que muestran la relación entre la densidad húmeda y CBR.

### 3.3. Modulación del nuevo aporte estructural

#### Diseño de pavimento (Expediente técnico)

Tabla 41. Diseño de paquete estructural de pavimento del expediente técnico

Tramo	Capa de pavimento	CBR (en %)	Espesor (m.)	Coefficiente estructural (pulg)	Deflexión (x 10 <sup>-2</sup> mm.)	Radio de curvatura (m)
TRAMO I (0+000 AL 4+000)	Mezcla asfáltica		0.05	0.430	73.370	65.680
	Base granular	100	0.15	0.140		
	Sub base granular	40	0.15	0.120		
	Sub rasante	11.8				
TRAMO II (4+000 AL 9+500)	Mezcla asfáltica		0.05	0.430	92.400	64.200
	Base granular	100	0.15	0.140		
	Sub base granular	40	0.20	0.120		
	Sub rasante	4.4				
TRAMO III (9+500 AL 10+500)	Mezcla asfáltica		0.05	0.430	70.810	66.050
	Base granular	100	0.15	0.140		
	Sub base granular	40	0.15	0.120		
	Sub rasante	13.0				
TRAMO IV (10+500 AL 16+100)	Mezcla asfáltica		0.05	0.430	108.910	68.890
	Base granular	100	0.15	0.140		
	Sub base granular	40	0.30	0.120		
	Sub rasante	2.40				

FUENTE: Expediente técnico de obra

En la tabla 42 se muestra el diseño del conformado estructural para el pavimento, indicado en el expediente técnico de obra, se puede observar que se establecen espesores de las capas granulares, considerando los valores de CBR de la sub rasante para cada tramo, es decir, en los tramos II y IV, en donde el CBR es menor a 6.0%, se requiere un espesor mayor de sub base, a diferencia de los tramos donde en la sub rasante, el CBR es mayor a 6.0%.

### Diseño de pavimento (Base + 0.5% de cemento portland tipo I, del peso del material seco)

Tabla 42. Diseño del nuevo paquete estructural de pavimento (optimo)

Tramo	Capa de pavimento	CBR (en %)	Espesor (m.)	Coefficiente estructural (pulg)	Deflexión ( $\times 10^{-2}$ mm.)	Radio de curvatura (m)
TRAMO I (0+000 AL 4+000)	Mezcla asfáltica		0.05	0.430		
	Base granular	113.18	0.19	0.140	36.590	477.390
	Sub rasante	11.8				
TRAMO II (4+000 AL 9+500)	Mezcla asfáltica		0.05	0.430		
	Base granular	113.18	0.22	0.140	45.750	524.120
	Sub rasante	4.4				
TRAMO III (9+500 AL 10+500)	Mezcla asfáltica		0.05	0.430		
	Base granular	113.18	0.19	0.140	34.940	482.140
	Sub rasante	13.0				
TRAMO IV (10+500 AL 16+100)	Mezcla asfáltica		0.05	0.430		
	Base granular	113.18	0.28	0.140	50.530	635.960
	Sub rasante	2.40				

FUENTE: Elaboración propia

En la tabla 43 se muestra el diseño del nuevo paquete estructural para el pavimento, considerando una sola capa granular de base con adición del 0.5% de cemento portland tipo I, del peso del material seco, con ello se obtienen espesores de 0.19 m., 0.22 m., 0.19 m. y 0.28 m., para los cuatro tramos respectivamente, con un CBR de 113.18% superando lo solicitado en el expediente técnico.

Asimismo, se obtuvo una deflexión a nivel de sub rasante de  $36.59 \times 10^{-2}$  mm.,  $45.75 \times 10^{-2}$  mm.,  $34.94 \times 10^{-2}$  mm. y  $50.53 \times 10^{-2}$  mm., para los cuatro tramos respectivamente, lo cual representa 50% menos deflexión que lo obtenido en el diseño del expediente técnico para el pavimento.



## Comparación de presupuesto

Tabla 43. Comparación de costos (Expediente técnico vs. propuesta)

Diseño de pavimento	Precio unitario (S/.)	Metrado (m <sup>3</sup> )	Costo total (S/.)
Expediente técnico	32.46	39,165	1'271,295.90
Propuesta con 0.5% de cemento	37.79	24,556	927,971.24
Optimización (%)		37.30%	27.00%

FUENTE: Elaboración propia

En este observa que se tiene un ahorro del 27.00% con respecto al presupuesto del expediente técnico, asimismo, se muestra que se tiene una reducción del 37.30% de extracción de material granular de cantera.

### 3.4. Prueba de hipótesis

#### Hipótesis General

**Ho:** La incorporación del cemento portland tipo I, no permite el mejoramiento del aporte estructural de la sub base y base del pavimento, de la carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018.

**Ha:** La incorporación de este cemento, permite el mejoramiento del aporte estructural de la sub base y base del pavimento, de la carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018.

El material granular del expediente técnico (sin adición de cemento) considera un volumen de material granular de 39,165 m<sup>3</sup> y considerando una adición del 0.5% de cemento portland tipo I, es necesario un volumen de material granular de 24,556 m<sup>3</sup>, con lo cual se determina que la adición del cemento permite el mejoramiento del aporte estructural de la sub base y base del pavimento, con lo cual, no se admite la hipótesis nula (Ho) y se acepta la hipótesis alternativa (Ha).

### **Hipótesis específica 1**

**Ho:** La incorporación del cemento portland tipo I, no permite la optimización de la consistencia del suelo de la sub base y base del pavimento, de la carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018.

**Ha:** La incorporación del cemento portland tipo I, permite el mejoramiento de la consistencia del suelo de la sub base y base del pavimento, de la carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018.

La consistencia del material granular del expediente técnico (sin adición de cemento) se clasifica como no plástico, y considerando la adición del 0.5% de cemento portland tipo I, reporta un valor menor con tendencia a cero, con lo cual se determina que la adición del cemento permite mejorar de la consistencia del suelo de la sub base y base del pavimento, por lo cual, se rechaza la hipótesis nula y se admite la hipótesis alternativa (Ha).

### **Hipótesis específica 2**

**Ho:** La incorporación del cemento portland tipo I, permite la optimización de la densidad específica de la sub base y base del pavimento, de la carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018.

**Ha:** La incorporación del cemento portland tipo I, permite el mejoramiento de la densidad específica de la sub base y base del pavimento, de la carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018.

El material granular del expediente técnico (sin adición de cemento) reporta su densidad seca de 2.227 gr/cm<sup>3</sup> y considerando una adición del 0.5% de cemento portland tipo I reporta 2.265 gr/cm<sup>3</sup>, con lo cual se determina que la adición del cemento permite el mejoramiento de la densidad específica de la sub base y base del pavimento, lo cual no se admite la hipótesis Ho y se acepta la hipótesis alternativa.

### **Hipótesis específica 3**

**Ho:** La incorporación del cemento portland tipo I, no permite que la resistencia mejore en cuanto al esfuerzo de la sub base y base del pavimento, de la carretera Cállic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018.

**Ha:** La incorporación del cemento portland tipo I, permite el mejoramiento de la resistencia al esfuerzo de la sub base y base del pavimento, de la carretera Cállic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018.

El material granular del expediente técnico (sin adición de cemento), reporta un CBR de 98.42% y considerando una adición del 0.5% de cemento portland tipo I reporta 113.18%, con lo cual se determina que la adición del cemento permite el mejoramiento de la resistencia al esfuerzo de la sub base y base del pavimento, por la cual, no se admite la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

## **IV. DISCUSIÓN**

En esta investigación es posible concluir que la adición del cemento a la base granular del pavimento es de 0.5%, estos valores se corroboran con las afirmaciones de Alfaro, J. (2015), el cual concluye que el aumento de capacidad de resistir la compresión en función de la edad del ensayo exhibe un modelo logarítmico en casi todos los casos y así unas aparentes porciones de cemento muy bajos, generando una disposición lineal.

Según la hipótesis que plantea la optimización de la consistencia del suelo de las capas estructurales del pavimento, se determinó que el material adicionado con cemento se clasifica como no plástico con tendencia a cero, lo cual coincide con el aporte de Ovalle, E. (2014), en donde concluye que las pruebas de mecánica de suelos del material de análisis describieron que pertenece a una arena de tipo limosa, con una plasticidad nula, de gran capacidad de soporte, poca cohesión y de susceptibilidad a la erosión debida al agua, considerando una dosificación del 4% de cemento del peso del material seco.

De lo indicado en la hipótesis que establece la mejora de la capacidad en cuanto al esfuerzo de la sub base y base del pavimento, en donde se obtiene un CBR de 113.18% con una adición de 0.5% de cemento del material seco, existe una alta similitud, en la investigación de Herrera, R. (2014). Donde se establece que el cemento de tipo I, no produce cambios en el índice de plasticidad del material granular obtenido en la cantera, por ser un suelo no plástico, en el cual el límite líquido disminuyó con respecto al material natural. Asimismo, este cemento en 1% de adición, amplificó la densidad seca máxima, respecto al material en estado natural. Por lo tanto, el contenido de humedad óptimo descendió al adicionarle 1% de cemento y al adicionarle 2% este también disminuyó respecto al material en estado natural de forma lineal. De igual forma, no es apto adicionar cemento en porcentajes más grandes, ya que aumentó el valor del CBR en su totalidad.

Por otro lado, la presente investigación determina que la adición del cemento en un 0.5% del material seco, permite que la densidad específica del material granular aumente significativamente, lo cual tienen concordancia con lo mencionado anteriormente por Rengifo, K. (2014), en donde concluye que el estudio de tráfico de vehículos por día era mucho mayor al valor de diseño para el pavimento flexible y para el rígido. Mas, sin embargo, se sabe que el factor de desarrollo del tráfico estimado puede aumentar a través que avance de un país y a las demandas existentes en el transporte. Es por ello que un estudio constante del tráfico para intentar que la carga del pavimento no exceda al diseño

original para así obtener las fallas esperadas. Otra de las conclusiones importantes que brinda la autora, es que en el estudio de suelos, se obtuvo que el material de la subrasante era una arcilla de baja plasticidad, según SUCS y según AASHTO, resultando un índice de plasticidad de 12, un porcentaje pasante de la malla de casi 84% y un valor de CBR de 7%. Por lo tanto, los resultados obtenidos en dicha zona son esperados debido al clima húmedo del mismo.

## **V. CONCLUSIONES**

**Primera**

Se determinó la influencia, de la incorporación del cemento portland tipo I, en el aporte estructural de la sub base y base del pavimento, de la carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018, mediante la reducción del 37.30% de extracción de material granular de cantera y una reducción del 27.00% del presupuesto de las partidas vinculantes.

**Segunda**

Se estableció la influencia de la incorporación del cemento tipo I Portland, en el aporte estructural pavimento, considerando la consistencia del suelo, de la carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018, mediante la clasificación del material granular como no plástico con tendencia a cero.

**Tercera**

Se determinó la influencia de la incorporación del cemento tipo I, en el aporte estructural de la sub base y base del pavimento, considerando la densidad específica, de la carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018, mediante la obtención de una densidad seca de 2.265 gr/cm<sup>3</sup>, siendo mayor a la obtenida con material granular sin adición de cemento.

**Cuarta**

Se definió la influencia de la incorporación del cemento portland tipo I, en el aporte estructural de la sub base y base del pavimento, considerando la resistencia de esfuerzo, de la carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018, mediante la obtención de un CBR de 113.18%, siendo mayor al obtenido con material granular sin adición de cemento.



## **VI. RECOMENDACIONES**

**Primera**

En la presente investigación se realizó el ensayo de resistencia a compresión a 7 días de curado, sin embargo, para la obtención de valores que permitan un análisis más profundo, se recomienda realizar el mismo ensayo a los 30, 60 y 90 días, para contar con valores mas representativos y se pueda determinar un aporte estructural más óptimo, considerando la tendencia lineal del cemento.

**Segunda**

Para realizar una mezcla homogénea y menor excedente y/o pérdida de material, se recomienda la utilización de una planta de suelo, ya que dicha maquinaria se acciona electrónicamente permitiendo una mejor dosificación del material granular a mezclar.

**Tercera**

Se recomienda que después de la colocación y compactación del material granular adicionado con cemento tipo I, se proceda con el encapsulamiento del mismo, utilizando la imprimación asfáltica, lo cual permite conservar la humedad del material granular, evitando la retracción del mismo y minorar las fisuras en el pavimento.

**Tercera**

Es importante que el suelo se someta al trafico o a la colocación de la carpeta asfáltica, después de 48 horas del encapsulamiento con imprimación asfáltica, ya que posterior a este tiempo el suelo cemento logra su fraguado inicial, con lo cual se obtiene la resistencia esperada.

## **VII.REFERENCIAS**

- Alfaro, J. (2015). Análisis experimental de las variables mecánicas que definen el comportamiento de las bases estabilizadas para carreteras ante cargas de fatiga (Tesis de Grado de Ingeniería Civil) Universidad de Costa Rica. Costa Rica. Recuperado de <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/2948/1/38063.pdf>
- American Society of Testing Material – A.S.T.M (2007). Norma C 88 Método de ensayo para determinar la resistencia a sulfato de sodio o sulfato de magnesio. Recuperado de <https://www.astm.org/Standards/C88.htm>
- American Society of Testing Material – A.S.T.M (2007). Norma C 138 Método de Ensayo Normalizado de Densidad (Peso Unitario), Rendimiento, y Contenido de Aire (Gravimétrico) del Concreto. Recuperado de <https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C138C138M-09-SP.htm>
- American Society of Testing Material – A.S.T.M (2007). Norma C 150 Especificación Normalizada para Cemento Portland. Recuperado de <https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C150C150M-09-SP.htm>
- Askeland, D. (1998). *Ciencia e ingeniería de los materiales*. (3a ed.). Rolla, Missouri, Estados Unidos: PWS publishing company.
- Callister, W. (1995). *Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales*. (1a ed.). Utah, Estados Unidos: Reverte
- Gisbert, J., Ibáñez, S. y Moreno, H. (2010). La consistencia del suelo. *Sociedad española de cerámica y vidrio*, 36(1), 25-31.
- Gómez Méndez, Carolina (2008). Análisis del Efecto de la Cohesión Aparente en la Capacidad Soportante de Cimentaciones Superficiales (Tesis de grado Instituto Tecnológico De Costa Rica). Recuperada de [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6227/analisis\\_de\\_la\\_cohesion\\_aparente\\_en\\_la\\_capacidad\\_soportante.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6227/analisis_de_la_cohesion_aparente_en_la_capacidad_soportante.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Herrera, R. (2014). Efecto del Cemento Portland Tipo I, como Estabilizante del material granular de la Cantera El Guitarrero para bases de pavimentos rígidos (Tesis de Grado de Ingeniería Civil) Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú. Recuperado de

<http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/644/T%20666.94%20H565%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Instituto Nacional de Calidad (2001). Norma Técnica Peruana - NTP 334.001 Cementos. definiciones y nomenclatura. Recuperado de <http://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>

Instituto Nacional de Calidad (2009). Norma Técnica Peruana - NTP 334.065 Cementos. Método de ensayo para determinar la expansión potencial de los morteros de cemento Portland expuestos a sulfatos. Recuperado de <http://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>

Instituto Nacional de Calidad (2013). Norma Técnica Peruana - NTP 334.051 Cementos. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado. Recuperado de <http://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>

Instituto Nacional de Calidad (2016). Norma Técnica Peruana - NTP 334.009 Cementos. cemento Pórtland. Requisitos. Recuperado de <http://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>

Laurente, Y. (2011). Estudio comparativo del mejoramiento de la subrasante y base de la carretera Cañete – Chupaca, tramo Km 200+000 – Km 240+000 (Tesis de Grado de Ingeniería Civil) Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú. Recuperado de [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/3483/1/laurente\\_ry.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/3483/1/laurente_ry.pdf)

Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (2013): Manual de carreteras: Especificaciones técnicas generales para construcción Tomo I, Lima, Perú, 1271p.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (2016): Manual de ensayos de materiales, Lima, Perú, 1269p.

Montenegro, M. (2010). Guía Básica para la Conformación de Bases y Subbases para carretera en el Salvador (Tesis de Grado de Ingeniería Civil) Universidad de El Salvador. El Salvador. Recuperado de [http://ri.ues.edu.sv/2191/1/Gu%C3%ADa\\_b%C3%A1sica\\_para\\_la\\_conformaci%C3%B3n\\_de\\_bases\\_y\\_subbases\\_para\\_carreteras\\_en\\_El\\_Salvador.pdf](http://ri.ues.edu.sv/2191/1/Gu%C3%ADa_b%C3%A1sica_para_la_conformaci%C3%B3n_de_bases_y_subbases_para_carreteras_en_El_Salvador.pdf)

- Rengifo, K. (2014). Diseño de los Pavimentos de la Nueva Carretera Panamericana Norte en el Tramo de Huacho a Pativilca (km 188 a 189) (Tesis de Grado de Ingeniería Civil) Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú. Recuperado de [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/5826/RENGIFO\\_KIMIKO\\_PAVIMENTOS\\_CARRETERA\\_HUACHO\\_PATIVILCA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/5826/RENGIFO_KIMIKO_PAVIMENTOS_CARRETERA_HUACHO_PATIVILCA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Rojas, H., Barrera, J. y Piracon, C. (2007). Análisis Comparativo de la Estabilización de una Base Granular, a través de dos Elementos Químicos como el Multienzemático Perma Zyme 11x, y Cemento en un Suelo de Bogotá D.C (Tesis de Grado de Ingeniería Civil) Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/15087/40021132.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Toirac, J. (2008). El suelo-cemento como material de construcción. *Ciencia y sociedad*, 33(4), 519-571.

## **VIII. ANEXOS**

## Anexo 1: Matriz de consistencia

Preguntas de Investigación	Objetivos	Hipótesis	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Fórmulas	Escala de los indicadores
¿De qué manera influye la incorporación del cemento portland tipo I, en la sub base y base del pavimento de la carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018?	Determinar la influencia de la incorporación del cemento portland tipo I, en la sub base y base del pavimento de la carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018	La incorporación del cemento portland tipo I, permite el mejoramiento de la resistencia de la sub base y base del pavimento de la carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018	VI: Cemento portland tipo I	Es un cemento hidráulico producido mediante la pulverización del clinker compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente sulfato de calcio y eventualmente caliza como adición durante la molienda (Norma Técnica Peruana 334.090)	Según lo indicado por Toirac, J. (2008), manifiesta que, entre las principales aplicaciones del cemento, es posible realizar una mezcla íntima y homogénea de suelo pulverizado con determinadas cantidades de cemento portland y agua, y que luego de compactado, para obtener densidades altas, y curado, para que se produzca un endurecimiento más efectivo, se obtiene un nuevo material resistente a los esfuerzos de compresión, prácticamente impermeable, termo aislante y estable en el tiempo. A esta mezcla controlada se le conoce como suelo-cemento	D1: Dosificación	Determinación de cantidad de cemento	$D_c = \text{Peso de material granular} * \% \text{ de cemento}$	Razón
<b>Específicos:</b> ¿Cuál es la consecuencia de la incorporación del cemento portland tipo I, en la sub base y base del pavimento, con respecto a la consistencia del suelo, de la carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018?	<b>Específicos:</b> Establecer la consecuencia de la incorporación del cemento portland tipo I, en la sub base y base del pavimento, con respecto a la consistencia del suelo, de la carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018	<b>Específicas:</b> La incorporación del cemento portland tipo I, mejora la consistencia del suelo de la sub base y base del pavimento de la carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018	VD: Sub base y Base	La sub base y base de la estructura de pavimento, están compuestas por materiales granulares naturales procedentes de excedentes de excavaciones o canteras que pueden provenir de la trituración de rocas o	Las capas granulares de la estructura de pavimento sirve principalmente para brindar soporte a toda la estructura. La capa superior (base) sirve como apoyo a la superficie de rodadura y transmite los esfuerzos producidos por el tránsito a las capas inferiores en	D1: Consistencia del suelo	Ensayo de índice de plasticidad en Sub base	$IP = (IP \text{ de sub base con cemento} / IP \text{ de sub base inicial}) - 1$	Razón
							Ensayo de índice de plasticidad en Base	$IP = (IP \text{ de base con cemento} / IP \text{ de base inicial}) - 1$	Razón



¿Cuál es la influencia de la incorporación del cemento portland tipo I, en la sub base y base del pavimento, con respecto a su densidad específica, de la carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018?	Determinar la influencia de la incorporación del cemento portland tipo I, en la sub base y base del pavimento, con respecto a su densidad específica, de la carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018	La incorporación del cemento portland tipo I, mejora la densidad específica de la sub base y base del pavimento de la carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018	gravas. Las partículas de los agregados serán duras, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, blandas o desintegrables y sin materia orgánica, terrones de arcilla u otras sustancias perjudiciales (Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción - EG2013").	un nivel adecuado. La capa inferior (sub base) es una transición ya que actúa como un filtro que separa a la base de la subrasante impidiendo que los finos penetren directamente y la dañen estructuralmente, asimismo, controla los cambios volumétricos que podrían tomar lugar en la subrasante, debido a cambios en su contenido de agua o a cambios de temperatura. De esta manera, las deformaciones serían absorbidas por la sub-base evitando que se reflejen en la <u>superficie</u> de rodadura.	D2: Densidad específica	Ensayo de proctor modificado en Sub base	$PM(f) = (PM \text{ de sub base con cemento} / PM \text{ de sub base inicial}) - 1$	Razón
						Ensayo de proctor modificado en Base	$PM(f) = (PM \text{ de base con cemento} / PM \text{ de Base inicial}) - 1$	Razón
¿Cuál es la consecuencia de la incorporación del cemento portland tipo I, en la sub base y base del pavimento, con respecto a su resistencia de esfuerzo, de la carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018?	Definir la consecuencia de la incorporación del cemento portland tipo I, en la sub base y base del pavimento, con respecto a su resistencia de esfuerzo, de la carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018	La incorporación del cemento portland tipo I, mejora la resistencia al esfuerzo de la sub base y base del pavimento de la carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018			D3: Resistencia al esfuerzo	Ensayo de C.B.R. en Sub base	$CBR(f) = (CBR \text{ de sub base con cemento} / CBR \text{ de sub base inicial}) - 1$	Razón
						Ensayo de C.B.R. en Base	$CBR(f) = (CBR \text{ de base con cemento} / CBR \text{ de base inicial}) - 1$	Razón


## Anexo 2: Solicitud presentada a la Empresa

Lima, 09 de octubre de 2018

**Carta Nro. 01-2018-NML/FVV**

**Señores:**  
 CONSTRUCTORA VALKO S.A SUCURSAL EN PERU  
 Calle Las codornices Nro. 104 Urb. Limatambo, Surquillo - Lima

**Atención, -**  
 Ing. Pedro Ricardo Castro Núñez  
 Coordinador del Proyecto



**Asunto:** Solicitud de autorización de uso de la data de los Ensayos de las Capas de Sub Base y Base Granular y muestras del material de las mismas, para realizar los ensayos necesarios, para el desarrollo de la tesis denominada: **“Sub base y base tratada con incorporación de cemento portland tipo I, en la carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018”**


De nuestra especial consideración:

Es grato dirigirnos a usted, para saludarle y aprovechar la oportunidad para manifestar que actualmente los que suscriben la presente, nos encontramos desarrollando la tesis denominada: **“Sub base y base tratada con incorporación de cemento portland tipo I, en la carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018”**, para la cual es necesario la data de los Ensayos de las Capas de Sub Base y Base Granular y muestras del material de las mismas , con la finalidad de adicionar la proporción optima de cemento a las capas granulares (Sub base y base) del pavimento de la carretera mencionada e interpretar la influencia que se obtiene en los mismos.


Por lo expuesto, se solicita que nos brinden las facilidades del caso para realizar la toma de la data ensayos de laboratorio necesarios de la Sub Base y Base Granular, además muestras y a la vez podamos implementar un piloto en un tramo de la carretera mencionada.

Finalmente, confiando en la buena disposición de parte de usted y considerando que su apoyo será de gran aporte para la investigación, nos despedimos agradeciendo por anticipado su pronta respuesta.

Atentamente.



Nilger Nicolás Manrique López  
DNI 09894910



Félix Juan Vásquez Valderrama  
DNI 43620917

### Anexo 3: Respuesta de empresa para la aplicación de la investigación



Mejoramiento de las Carreteras: Caclic – Luya – Chachapoyas – Aeropuerto y Lamud – Quiocta,  
Lote 2: Transporte: Sección Caclic – Luya.



Lima, 10 de Octubre de 2018

**Señores:**

Nilger Nicolas Manrique López/ Félix Vásquez Valderrama

**Presente.** -

**Asunto:** Solicitud de autorización de uso de la data de los Ensayos de las Capas de Sub Base y Base Granular y las muestras del material, para los ensayos necesarios, con el fin de desarrollar la tesis denominada: “**Sub base y base tratada con incorporación de cemento portland tipo I, en la carretera Cálclic Luya Lamud, Chachapoyas – Amazonas 2018**”.

**Referencia:** Carta Nro. 01-2018-NML/FVV

La empresa CONSTRUCTORA VALKO S.A SUCURSAL EN PERÚ, recibió la carta de la referencia el pasado 09 de Octubre del presente, donde se solicita el uso de la data de los Ensayos de las Capas de Sub Base y Base Granular y muestras del material, para realizar los ensayos necesarios, para el desarrollo de la tesis denominada: “**Sub base y base tratada con incorporación de cemento portland tipo I, en la carretera Cálclic Luya Lamud, Chachapoyas – Amazonas 2018**”.

Por lo que, en respuesta de dicha solicitud, se **AUTORIZA** el uso de la data de los Ensayos de las Capas de Sub Base y Base Granular y muestras del material de las mismas, y la aplicación de la solución en un tramo de la carretera en mención.

Se expide el presente documento a solicitud de los interesados.

Atentamente.

**VALKO PERU**  
OSHA MEJOR CARRETERA CACLIC LUYA LAMUD,  
CHACHAPOYAS AEROPUERTO Y LAMUD QUIOCTA  
**PEDRO RICARDO CASTRO NÚÑEZ**  
COORDINADOR DEL PROYECTO

Ing. Pedro Ricardo Castro Núñez  
Coordinador del Proyecto

**Anexo 4: Acreditación de laboratorio de suelos**

	<b>USP</b>	RECTORADO
UNIVERSIDAD SAN PEDRO		
<b><u>ACREDITACIÓN</u></b>		
<p>Acreditamos que el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Concreto Inversiones Licera, ubicado en Jr. Tres Esquinas N°512 Chachapoyas-Región Amazonas, de propiedad del Ing. Civil Yván Segundo Licera Correa con REG CIP 53820, debidamente identificado con DNI N°19323371, La Universidad luego de evaluar el expediente de los equipos y su correcta certificación de calibración de cada uno de los mismos y realizada la visita de inspección ocular al laboratorio, queda claro que si se podrá realizar trabajos referidos a Estudios de Mecánica de Suelos y de concreto bajo las normas técnicas vigentes y el respaldo y asesoramiento técnico del Laboratorio de la USP filial – Huaraz. Se expide la presente Acreditación a solicitud y trámite del interesado.</p>		
Chimbote 09 de mayo del 2016		
<p>UNIVERSIDAD SAN PEDRO  DR. D. JOSÉ MARÍA HUAMÁN RUIZ RECTOR</p>		
<p>Av. José Pardo N° 192 - Chimbote. Telf. 043-341078 <a href="http://www.usp.edu.pe">http://www.usp.edu.pe</a></p>		



**Anexo 5: Certificados de calibración de instrumentos de recolección de datos  
(Balanza, Marca: Ohaus, Serie: B210793126)**

		<b>LABORATORIO DE METROLOGIA</b> <b>CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MISION</b>			
<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 073-2017 GLM</b>					
Página 1 de 3					
<b>FECHA DE EMISIÓN</b> : 2017-05-22		La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.			
<b>1. SOLICITANTE</b> : INVERSIONES LICERA		Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.  G & L LABORATORIO S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.			
<b>DIRECCIÓN</b> : Jr. Tres Esquinas N° 512 Barrio la Laguna Chachapoyas - Amazonas					
<b>2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN</b> : BALANZA					
<b>MARCA</b> : OHAUS					
<b>MODELO</b> : SE602F					
<b>NÚMERO DE SERIE</b> : B210793126					
<b>ALCANCE DE INDICACIÓN</b> : 600 g					
<b>DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN</b> : 0.01 g					
<b>DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN ( e )</b> : 0.1 g					
<b>PROCEDENCIA</b> : USA					
<b>IDENTIFICACIÓN</b> : NO INDICA					
<b>TIPO</b> : ELECTRÓNICA					
<b>UBICACIÓN</b> : LABORATORIO					
<b>FECHA DE CALIBRACIÓN</b> : 2017-05-18					
<b>3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN</b> Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 3° - ENERO, 2009.					
<b>4. LUGAR DE CALIBRACIÓN</b> Laboratorio de INVERSIONES LICERA Jr. Tres Esquinas N° 512 Barrio la Laguna Chachapoyas - Amazonas					
 <p>Gilmer Antonio Huamán Acuña Responsable del Servicio de Metrología</p>					
Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos - Lim		Teléfonos: (01) 527 - 2203 RPC: 992 - 302 - 883		SKYPE: ventas@gyllaboratorio.com Correos: ventas@gyllaboratorio.com servicios@gyllaboratorio.com	
Horario de Atención: Lunes a Viernes: 8:00 am a 6:00 pm Sábados: 8:00 am a 1:00 pm					



LABORATORIO DE METROLOGIA  
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

LABORATORIO SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 073 - 2017 GLM

Página 2 de 3

#### 5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	16.8 °C	16.5 °C
Humedad Relativa	94 %	94 %

#### 6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de INACAL.	Pesas (exactitud F1)	LM - 049 - 2016
		LM - 609 - 2016
		LM - 610 - 2016
		LM - 048 - 2016

#### 7. OBSERVACIONES

Para 600 g. la balanza indicó 599.35 g. Se ajustó y se procedió a su calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".

#### 8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 300.00 g			Carga L2= 600.00 g		
	I(g)	ΔL(mg)	E(mg)	I(g)	ΔL(mg)	E(mg)
1	300.00	6	-1	600.00	6	-1
2	300.00	5	0	600.00	8	-3
3	300.00	5	0	600.00	6	-1
4	300.00	6	-1	600.00	7	-2
5	300.00	7	-2	600.00	7	-2
6	300.00	6	-1	600.00	7	-2
7	300.00	6	-1	600.00	7	-2
8	300.00	6	-1	600.00	6	-1
9	300.00	6	-1	600.00	7	-2
10	300.00	5	0	600.00	6	-1
Diferencia Máxima			2	2		
Error máximo permitido ±			300 mg	± 300 mg		



Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa  
Los Olivos - Lim

Teléfonos: (01) 527 - 2203  
RPC: 992 - 302 - 883

SKYPE: ventas@gyllaboratorio.com  
Correos: ventas@gyllaboratorio.com  
servicios@gyllaboratorio.com

Horario de Atención:  
Lunes a Viernes: 8:00 am a  
6:00 pm  
Sábados: 8:00 am a 1:00 pm



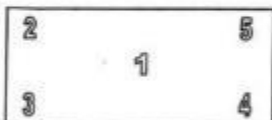


LABORATORIO DE METROLOGIA  
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

LABORATORIO SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 073 - 2017 GLM

Página 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Vista Frontal

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>1</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l(g)	ΔL(mg)	E <sub>0</sub> (mg)	Carga (g)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E <sub>c</sub> (mg)
1	1.00	0.99	5	-10	200.00	199.99	7	-12	-2
2		1.00	4	1		200.00	5	0	-1
3		1.00	5	0		200.00	6	-1	-1
4		1.00	6	-1		200.00	8	-3	-2
5		1.00	5	0		200.00	6	-1	-1

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 200 mg

ENSAYO DE PESAJE

Temp. (°C) Inicial Final  
16.6 16.5

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**) 2(mg)
	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E <sub>c</sub> (mg)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E <sub>c</sub> (mg)	
1.00	0.99	5	-10						100
5.00	5.00	6	-1	9	4.99	5	-10	0	100
10.00	10.00	5	0	10	9.99	4	-9	1	100
20.00	20.00	3	2	12	19.99	5	-10	0	100
50.00	49.99	3	-6	2	49.99	4	-9	1	100
100.00	99.99	5	-10	0	99.99	6	-11	-1	200
200.00	200.00	6	-1	9	199.99	6	-11	-1	200
300.00	299.99	7	-12	-2	299.99	7	-12	-2	300
400.00	399.99	7	-12	-2	399.99	7	-12	-2	300
500.00	499.98	7	-22	-12	499.97	7	-32	-22	300
600.00	599.95	8	-53	-43	599.95	8	-53	-43	300

(\*\*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 2,763E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{029E+00 \text{ mg}^2 + 037E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>0</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

Número de tipo Científico    E-xx = 10<sup>-xx</sup>    (Ejemplo: E-05 = 10<sup>-5</sup>)



Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa  
Los Olivos - Lim

Teléfonos: (01) 527 - 2203  
RPC: 992 - 302 - 883

SKYPE: ventas@gyllaboratorio.com  
Correos: ventas@gyllaboratorio.com  
servicios@gyllaboratorio.com

Horario de Atención:  
Lunes a Viernes: 8:00 am a 6:00 pm  
Sábados: 8:00 am a 1:00 pm

**Anexo 6: Certificados de calibración de instrumentos de recolección de datos (Horno eléctrico, Marca: Metrotest, Serie: MS-H1)**

**Metrotest**  
E.I.R.L.  
**LABORATORIO DE METROLOGÍA**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CTM-107-2017**

Página 1 de 5

Solicitante : CORPORACION SELVA VERDE S.A.C.  
Dirección : JR. SAN MARTIN NRO. 1633 SAN MARTIN - RIOJA

Equipo de Medición : HORNO ELECTRICO  
Marca : METROTEST  
Modelo : MS-H1  
Procedencia : PERÚ  
Código de Identificación : NO INDICA  
Número de Serie : 814  
Temperatura de trabajo : 110 °C ± 10 °C  
Ventilación : Natural  
Lugar de Calibración : Lab. Temperatura de Metrotest E.I.R.L.

Instrumento de Medición :


Nombre	Marca	Modelo	Código de Identificación	Alcance de Indicación	División mínima	Tipo de Indicación
Termometro controlador	AUTONICS	TCM45	NO INDICA	500°C	0,1°C	DIGITAL


Fecha de Calibración : 2017-04-10  
Fecha de Emisión : 2017-04-10

**Método de Calibración Empleado**  
La calibración se realizó tomando como referencia el Método de Comparación entre las indicaciones de lectura del termometro controlador del equipo a calibrar con Termometro patrón con 10 termopares utilizando el "Procedimiento de INDECOPI/SNM PC-005 1ª Ed. "Procedimiento para la Calibración de Hornos".

**Observaciones**

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.

  
Luigi Asenjo G.  
Jefe de Metrología



Jr. Aristides Sologuren 484 Dpto. 102 Urb. Parques de Villa Sol - Los Olivos    www.metrotesteirl.com / metrotestlogistica@hotmail.com / ventas@metrotesteirl.com  
Tel: 528-7898 Telefax: 528-3324 Extel: 997 045 343 / #962 809 991  
**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROTEST EIRL**





# Metrotest E.I.R.L.

## LABORATORIO DE METROLOGÍA

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CTM-107-2017

Página 2 de 5

PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROTEST E.I.R.L.	Termómetro de indicación Digital con 10 sensores	CTM-345-2016
Patrones de referencia de DM-INACAL	Termómetro de indicación digital con incertidumbre del orden 0,017 °C	LT-480-2016

Condiciones Ambientales:

	Inici	Final
Temperatura (°C)	24,5	24,1
Humedad (%)	36	38

Resultados de la calibración:

#### CALIBRACIÓN PARA 110 °C ± 10 °C

TIEMPO (min.)	T ind. (°C) Termómetro del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN [ °C ]										T prom. (°C)	Tmax-Tmin. (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110	104,9	106,5	109,4	109,8	108,8	107,6	109,8	111,6	110,4	106,6	108,9	6,7
02	110	104,9	108,6	109,4	109,8	108,7	107,7	109,9	111,5	110,4	106,8	109,0	6,6
04	110	105,0	108,7	109,4	109,8	108,7	107,8	110,8	111,3	110,4	106,9	109,1	6,3
06	110	105,0	108,7	109,4	109,8	108,8	108,0	110,6	111,2	110,3	109,1	109,1	6,2
08	110	105,0	108,8	109,5	109,9	108,6	108,2	110,5	111,1	110,3	109,2	109,1	6,1
10	110	104,9	108,8	109,5	110,0	108,6	108,4	110,5	111,1	110,2	109,4	109,1	6,2
12	110	104,9	108,9	109,6	110,1	108,8	108,6	110,5	111,0	110,2	109,6	109,2	6,1
14	110	104,8	109,1	109,6	110,3	108,9	108,8	110,5	111,0	110,1	109,4	109,3	6,2
16	110	106,7	109,2	109,7	110,4	109,1	109,0	110,4	111,1	110,2	109,4	109,5	4,4
18	110	107,7	109,2	109,7	110,5	109,2	109,3	110,4	111,2	110,2	109,6	109,7	3,5
20	110	107,7	109,3	109,8	110,7	109,4	109,6	110,4	111,1	110,3	109,5	109,8	3,4
22	110	108,1	109,3	109,9	110,8	109,5	109,8	110,3	111,1	110,2	109,5	109,9	3,0
24	110	108,1	109,4	109,8	110,9	109,4	110,0	110,3	111,1	110,2	109,4	109,9	3,0
26	110	108,2	109,4	110,0	111,0	109,4	110,0	110,2	111,1	110,1	109,4	109,9	2,9
28	110	108,2	109,5	110,0	111,1	109,6	110,4	110,3	111,0	110,2	109,3	110,0	2,9
30	110	108,3	109,6	110,1	111,2	109,8	110,4	110,3	111,0	110,4	109,2	110,0	2,9
32	110	108,3	109,7	110,2	111,4	109,9	110,5	110,3	111,0	110,4	109,3	110,1	3,1
34	110	108,4	109,8	110,3	111,6	110,0	110,8	110,2	111,0	110,4	108,6	110,1	3,1
36	110	109,4	109,9	110,4	111,5	110,0	110,5	110,2	110,9	110,3	109,1	110,1	3,1
38	110	108,5	109,8	110,3	111,6	110,1	110,4	110,2	110,9	110,3	109,2	110,2	3,1
40	110	108,5	110,0	109,7	111,6	110,2	110,4	110,2	110,9	110,2	109,4	110,1	3,1
42	110	108,6	110,1	109,8	111,5	110,2	110,3	110,2	110,9	110,2	109,1	110,1	2,9
44	110	108,6	110,0	110,7	111,3	110,1	110,3	110,2	110,9	110,1	109,2	110,1	2,7
46	110	108,7	109,8	110,5	111,2	110,0	110,2	110,1	110,9	110,2	109,2	110,1	2,5
48	110	108,7	109,7	110,4	111,1	110,0	110,1	110,1	110,8	110,2	108,9	110,0	2,4
50	110	108,8	109,6	110,3	111,1	109,9	110,1	110,1	110,8	110,3	108,9	110,0	2,3
52	110	108,8	109,6	110,1	110,9	109,7	110,2	110,1	110,9	110,2	108,8	109,9	2,3
54	110	108,9	109,4	109,8	111,1	109,7	110,1	110,1	110,9	110,2	108,8	109,9	2,5
56	110	109,0	109,3	109,7	111,4	109,5	110,1	110,0	110,8	110,1	108,6	109,9	2,8
58	110	109,0	109,2	109,5	111,2	109,4	110,0	110,1	110,8	110,2	108,4	109,8	2,8
60	110	109,0	109,0	109,3	111,0	109,0	110,0	110,0	110,9	110,2	108,4	109,7	2,6
T.PROM	110	107,8	109,4	109,9	110,8	109,4	109,6	110,3	111,0	110,2	109,1	109,7	
T.MAX	110	109,0	110,1	110,7	111,6	110,2	110,5	110,8	111,6	110,4	109,6		
T.MIN	110	106,8	108,5	109,3	109,8	108,6	107,6	109,8	110,8	110,1	108,4		
DTT	0,0	4,2	1,6	1,4	1,8	1,6	2,9	1,0	0,6	0,3	1,2		





# Metrotest

## LABORATORIO DE METROLOGÍA

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CTM-107-2017

Página 3 de 5

PARÁMETRO	Valor ( °C )	Incertidumbre Expandida ( °C )
Máxima Temperatura Medida	111,6	0,3
Mínima Temperatura Medida	104,8	0,3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	4,2	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	3,5	0,3
Estabilidad	± 2,10	0,04
Uniformidad	6,7	0,3

T.PROM.: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
 T.prom. : Promedio de la temperatura en las diez posiciones de medición para un instante dado.  
 T.MAX : Temperatura máxima  
 T.MIN. : Temperatura mínima  
 DTT. : Desviación de Temperatura en el tiempo.

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

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del medio isoterma: 0,5 °C

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

La estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  máx. DTT.



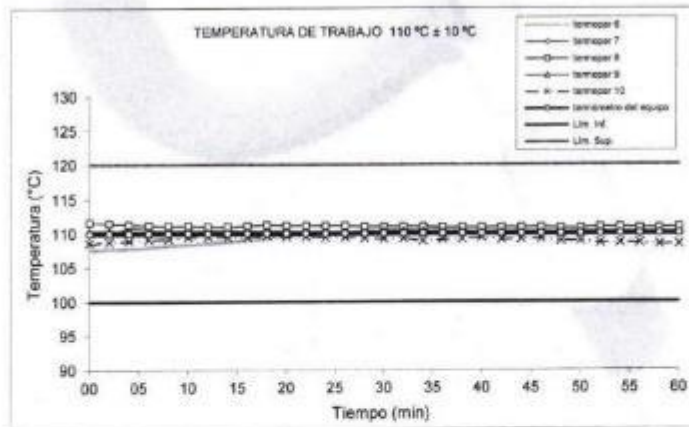
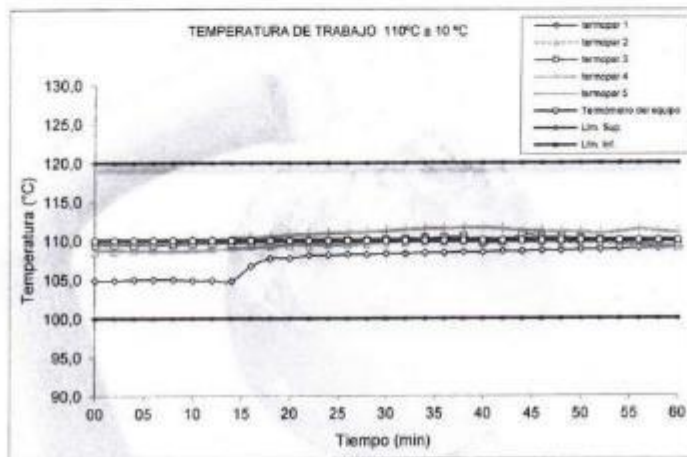


**Metrotest**  
E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CTM-107-2017**

Página 4 de 5







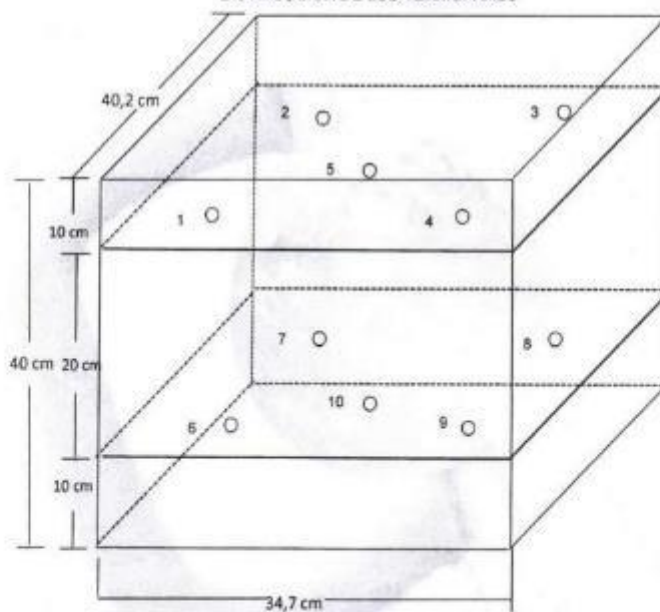
# Metrotest

LABORATORIO DE METROLOGÍA

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CTM-107-2017

Página 5 de 5




DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los termopares 5 y 10 están ubicados en el centro de los planos inferior y superior.  
 Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 10 están ubicados a 9 cm de las paredes laterales.  
 Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 10 están ubicados a 10 cm y a 12 cm respectivamente de la parte superior e inferior del horno tal como se muestra en el dibujo.



**Anexo 7: Certificados de calibración de instrumentos de recolección de datos  
(Balanza, Marca: Ohaus, Serie: B148259029)**

		<b>LABORATORIO DE METROLOGÍA</b> <b>CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA</b>	
			
<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 074-2017 GLM</b>			
Página 1 de 3			
FECHA DE EMISIÓN	:	2017-05-22	<p>La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura <math>k=2</math>. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.</p> <p>Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.</p> <p>G &amp; L LABORATORIO S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p>
<b>1. SOLICITANTE</b>	:	INVERSIONES LICERA	
DIRECCIÓN	:	Jr. Tres Esquinas N° 512 Barrio la Laguna Chachapoyas – Amazonas	
<b>2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN</b>	:	BALANZA	
MARCA	:	OHAUS	
MODELO	:	SE6001F	
NÚMERO DE SERIE	:	B148259029	
ALCANCE DE INDICACIÓN	:	6000 g	
DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN	:	0.1 g	
DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e)	:	1 g	
PROCEDENCIA	:	USA	
IDENTIFICACIÓN	:	NO INDICA	
TIPO	:	ELECTRÓNICA	
UBICACIÓN	:	LABORATORIO	
FECHA DE CALIBRACIÓN	:	2017-05-18	
<b>3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN</b>	Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 3° - ENERO, 2009.		
<b>4. LUGAR DE CALIBRACIÓN</b>	Laboratorio de INVERSIONES LICERA Jr. Tres Esquinas N° 512 Barrio la Laguna Chachapoyas – Amazonas		
			
Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos - Lim	Teléfonos: (01) 527 - 2203 RPC: 992 - 302 - 883	SKYPE: ventas@gyllaboratorio.com Correos: ventas@gyllaboratorio.com servicios@gyllaboratorio.com	Horario de Atención: Lunes a Viernes: 8:00 am a 6:00 pm Sábados: 8:00 am a 1:00 pm



LABORATORIO DE METROLOGIA  
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

LABORATORIO SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 074 - 2017 GLM

Página 2 de 3

#### 5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	16.5 °C	16.6 °C
Humedad Relativa	94 %	94 %

#### 6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de INACAL.	Pesas (exactitud F1)	LM - 049 - 2016
		LM - 609 - 2016
		LM - 610 - 2016
		LM - 048 - 2016

#### 7. OBSERVACIONES

Para 6000 g. la balanza indicó 5996 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".

#### 8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 3,000.0 g			Carga L2= 6,000.0 g		
	I(g)	$\Delta L$ (mg)	E(mg)	I(g)	$\Delta L$ (mg)	E(mg)
1	3,000.0	40	10	6,000.0	50	0
2	3,000.0	50	0	6,000.0	60	-10
3	3,000.0	50	0	6,000.0	60	-10
4	3,000.0	60	-10	6,000.0	60	-10
5	3,000.0	60	-10	6,000.0	50	0
6	3,000.0	60	-10	6,000.0	60	-10
7	3,000.0	50	0	6,000.0	50	0
8	3,000.0	20	30	6,000.0	60	-10
9	3,000.0	20	30	6,000.0	50	0
10	3,000.0	30	20	6,000.0	60	-10
Diferencia Máxima			40	10		
Error máximo permitido $\pm$			3000 mg	$\pm$ 3000 mg		



Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa  
Los Olivos - Lim

Teléfonos: (01) 527 - 2203  
RPC: 992 - 302 - 883

SKYPE: ventas@gyllaboratorio.com  
Correos: ventas@gyllaboratorio.com  
servicios@gyllaboratorio.com

Horario de Atención:  
Lunes a Viernes: 8:00 am a  
6:00 pm  
Sábados: 8:00 am a 1:00 pm





LABORATORIO DE METROLOGÍA  
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

LABORATORIO SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 074 - 2017 GLM

Página 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de $E_0$				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	$I(g)$	$\Delta L(mg)$	$E_0(mg)$	Carga (g)	$I(g)$	$\Delta L(mg)$	$E(mg)$	$E_c(mg)$
1	1.0	1.0	30	20	2,000.0	2,000.0	50	0	-20
2		1.0	30	20		2,000.0	70	-20	-40
3		1.0	50	0		2,000.0	60	-10	-10
4		1.0	60	-10		2,000.0	60	-10	0
5		1.0	60	-10		2,000.0	70	-20	-10

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido :  $\pm$  2000 mg

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES					DECRECIENTES				emp(**)
	$I(g)$	$\Delta L(mg)$	$E(mg)$	$E_c(mg)$	$I(g)$	$\Delta L(mg)$	$E(mg)$	$E_c(mg)$		
1.0	1.0	50	0						1000	
5.0	5.0	50	0	0	5.0	50	0	0	1000	
50.0	50.0	60	-10	-10	50.0	60	-10	-10	1000	
100.0	100.0	60	-10	-10	100.0	60	-10	-10	1000	
500.0	499.9	60	-110	-110	499.9	60	-110	-110	1000	
1,000.0	999.9	50	-100	-100	999.9	50	-100	-100	2000	
2,000.0	1,999.9	50	-100	-100	1,999.9	60	-110	-110	2000	
3,000.0	2,999.9	50	-100	-100	2,999.9	60	-110	-110	3000	
4,000.0	3,999.9	70	-120	-120	3,999.9	50	-100	-100	3000	
5,000.0	4,999.9	50	-100	-100	4,999.9	60	-110	-110	3000	
6,000.0	5,999.9	40	-90	-90	5,999.9	40	-90	-90	3000	

(\*\*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 2,339E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{1,949E+00 \text{ mg}^2 + 045E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza     $\Delta L$ : Carga incrementada    E: Error encontrado     $E_c$ : Error en cero     $E_0$ : Error corregido

Número de tipo Científico    E-xx =  $10^{-xx}$     (Ejemplo: E-05 =  $10^{-5}$ )






Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa  
Los Olivos - Lim

Teléfonos: (01) 527 - 2203  
RPC: 992 - 302 - 883

SKYPE: ventas@gyllaboratorio.com  
Correos: ventas@gyllaboratorio.com  
servicios@gyllaboratorio.com

Horario de Atención:  
Lunes a Viernes: 8:00 am a  
6:00 pm  
Sábados: 8:00 am a 1:00 pm

**Anexo 8: Certificados de calibración de instrumentos de recolección de datos  
(Balanza, Marca: Ohaus, Serie: B20911931)**

 <b>G &amp; L</b> LABORATORIO DE METROLOGÍA CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MISIÓN LABORATORIO SAC		 G & L LABORATORIO S.A.C. servicios@gyllaboratorio.com Telf. (01) 527-22-03 <b>C A L I B R A D O</b> Certificado : 075-2017 GLM. Fecha : 2017-05-18 Firma :
<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 075-2017 GLM</b>		
Página 1 de 3		
FECHA DE EMISIÓN	: 2017-05-22	<p>La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura <math>k=2</math>. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.</p>
<b>1. SOLICITANTE</b>	: INVERSIONES LICERA	
DIRECCIÓN	: Jr. Tres Esquinas N° 512 Barrio la Laguna Chachapoyas – Amazonas	<p>Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.</p> <p>G &amp; L LABORATORIO S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p>
<b>2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN</b>	: BALANZA	
MARCA	: OHAUS	
MODELO	: V11P15T	
NÚMERO DE SERIE	: 20911931	
ALCANCE DE INDICACIÓN	: 15 kg	
DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN	: 0.001 kg	
DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e)	: 0.002 kg	
PROCEDENCIA	: USA	
IDENTIFICACIÓN	: NO PRESENTA	
TIPO	: ELECTRÓNICA	
UBICACIÓN	: LABORATORIO	
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2017-05-18	
<b>3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN</b>	Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II; PC - 011 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 4° - ABRIL, 2010.	
<b>4. LUGAR DE CALIBRACIÓN</b>	Laboratorio de INVERSIONES LICERA Jr. Tres Esquinas N° 512 Barrio la Laguna Chachapoyas – Amazonas	
 <p>Giler Antonio Paredes Poquioma Responsable del Laboratorio de Metrología</p>		
Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos - Lim	Teléfonos: (01) 527 - 2203 RPC: 992 - 302 - 883	SKYPE: ventas@gyllaboratorio.com Correos: ventas@gyllaboratorio.com servicios@gyllaboratorio.com Horario de Atención: Lunes a Viernes: 8:00 am a 6:00 pm Sábados: 8:00 am a 1:00 pm





LABORATORIO DE METROLOGÍA  
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 075-2017 GLM

Página 2 de 3

### 5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	16.5 °C	16.6 °C
Humedad Relativa	94 %	94 %

### 6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de INDECOPI.	Pesas (exactitud F1 Y F2)	LM-518-2014 LM-520-2014 LM-521-2014 LM-551-2014

### 7. OBSERVACIONES

Para 15 kg la balanza indicó 14.974 kg. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (emp) para esta balanza corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 004 - 2010. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

### 8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)		Carga L1= 7.500 kg		Carga L2= 15.000 kg	
	Inicial	Final	I(kg)	Δ L (g)	I(kg)	Δ L (g)
1	16.5	16.5	7.500	4	15.000	4
2	16.5	16.5	7.500	4	15.000	4
3	16.5	16.5	7.500	4	15.000	4
4	16.5	16.5	7.500	4	15.000	4
5	16.5	16.5	7.500	4	15.000	4
6	16.5	16.5	7.500	4	15.000	4
7	16.5	16.5	7.500	4	15.000	4
8	16.5	16.5	7.500	4	15.000	4
9	16.5	16.5	7.500	4	15.000	4
10	16.5	16.5	7.500	4	15.000	4
Diferencia Máxima			0		0	
Error máximo permitido ±			2 g		4 g	



Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa  
Los Olivos - Lím

Teléfonos: (01) 527 - 2203  
RPC: 992 - 302 - 883

SKYPE: ventas@gyllaboratorio.com  
Correos: ventas@gyllaboratorio.com  
servicios@gyllaboratorio.com

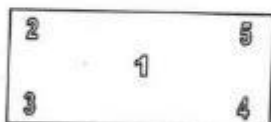
Horario de Atención:  
Lunes a Viernes: 8:00 am a  
6:00 pm  
Sábados: 8:00 am a 1:00 pm



LABORATORIO DE METROLOGIA  
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

LABORATORIO SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 075-2017 GLM  
Página 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Carga Mínima (Kg)	Determinación de E <sub>0</sub>			Determinación del Error corregido				
		l(kg)	Δ L (g)	E <sub>0</sub> (mg)	Carga L (kg)	l(kg)	Δ L (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	1.000	1.000	4	-4	5.000	5.000	4	-4	0
2		1.000	4	-4		5.000	4	-4	0
3		1.000	4	-4		5.000	4	-4	0
4		1.000	4	-4		5.000	4	-4	0
5		1.000	4	-4		5.000	4	-4	0

Temp. (°C) Inicial: 16.6 Final: 16.6

Error máximo permitido: ± 2 g

(\*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(kg)	l(kg)	CRECIENTES			DECRECIENTES				amp(**)
		Δ L (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	l(kg)	Δ L (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
0.500	0.500	4	-4	0	0.100	4	-4	0	2
0.100	0.100	4	-4	0	1.000	4	-4	0	2
1.000	1.000	4	-4	0	2.000	4	-4	0	2
2.000	2.000	4	-4	0	2.500	4	-4	0	2
2.500	2.500	4	-4	0	5.000	4	-4	0	2
5.000	5.000	4	-4	0	7.000	4	-4	0	2
7.000	7.000	4	-4	0	10.000	4	-4	0	2
10.000	10.000	4	-4	0	11.999	4	-4	-1	4
12.000	11.999	4	-4	-1	13.999	4	-4	-1	4
14.000	13.999	4	-4	-1	15.000	4	-4	0	4
15.000	15.000	4	-4	0					

Temp. (°C) Inicial: 16.6 Final: 16.6

(\*\*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 3,518E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{1,667E-04 \text{ g}^2 + 002E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>0</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

Número de tipo Científico    E-xx = 10<sup>-xx</sup>    (Ejemplo: E-05 = 10<sup>-5</sup>)





Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa  
Los Olivos - Lim

Teléfonos: (01) 527 - 2203  
RPC: 992 - 302 - 883


SKYPE: ventas@gyllaboratorio.com  
Correos: ventas@gyllaboratorio.com  
servicios@gyllaboratorio.com

Horario de Atención:  
Lunes a Viernes: 8:00 am a 6:00 pm  
Sábados: 8:00 am a 1:00 pm

**Anexo 9: Certificados de calibración de instrumentos de recolección de datos  
(Máquina de ensayo a compresión, Marca: Ohaus, Serie:5M56609)**

 <p><b>G&amp;L</b> LABORATORIO SAC</p>	<p>LABORATORIO DE METROLOGIA CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MISIÓN</p>	 <p>G. &amp; L. LABORATORIO S.A.C. servicio@gylaboratorio.com Telf: (01) 527-22-03 <b>CALIBRADO</b> Certificado: 010-2017 GLF Fecha: 2017-05-18 Firma:</p>
---	--	---

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN - LABORATORIO DE FUERZA**  
Calibration Certificate - Laboratory of Force

<p><b>OBJETO DE PRUEBA:</b> Instrument</p> <p><b>Rangos</b> Measurement range</p> <p><b>FABRICANTE</b> Manufacturer</p> <p><b>Modelo</b> Model</p> <p><b>Serie</b> Identification number</p> <p><b>Ubicación de la máquina</b> Location of the machine</p> <p><b>Norma de referencia</b> Norm of used reference</p> <p><b>Intervalo calibrado</b> Calibrated interval</p> <p><b>Solicitante</b> Customer</p> <p><b>Dirección</b> Address</p> <p><b>Ciudad</b> City</p> <p><b>PATRON(ES) UTILIZADO(S)</b> Measurement standard</p> <p><b>Tipo / Modelo</b> Type / Model</p> <p><b>Rangos</b> Measurement range</p> <p><b>Fabricante</b> Manufacturer</p> <p><b>No. serie</b> Identification number</p> <p><b>Certificado de calibración</b> Calibration certificate</p> <p><b>Incertidumbre de medida</b> Uncertainty of measurement</p> <p><b>Método de calibración</b> Method of calibration</p> <p><b>Unidades de medida</b> Units of measurement</p> <p><b>FECHA DE CALIBRACIÓN</b> Date of calibration</p> <p><b>FECHA DE EXPEDICIÓN</b> Date of issue</p> <p><b>NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS</b> Number of pages of this certificate and documents attached</p> <p><b>FIRMAS AUTORIZADAS</b> Authorized Signatures</p> <p> Téc. Glicerio Huamán Responsable del Laboratorio de Metrología</p>	<p><b>MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN</b></p> <p>1000,0 kN</p> <p>ELECAV (INDICADOR) / NO PRESENTA (MARCO)</p> <p>MCIL - BASIC (INDICADOR) / NO PRESENTA (MARCO)</p> <p>CO151 (INDICADOR) / NO PRESENTA (MARCO)</p> <p>Laboratorio de INVERSIONES LICERA</p> <p>NTC - ISO 7500 - 1 ( 2007 - 07 - 25 )</p> <p>Del 10% al 100% del Rango</p> <p><b>INVERSIONES LICERA</b></p> <p>Jr. Tres Esquinas N° 512 Barrio la Laguna Chachapoyas - Amazonas</p> <p>CHACHAPOYAS</p> <p>T71P / ZSC</p> <p>150 tn</p> <p>OHAUS / KELJ</p> <p>B504530209 / 5M56609</p> <p>N° 012 - 2017 GLF</p> <p>0,061 %</p> <p>Comparación Directa</p> <p>Sistema Internacional de Unidades ( SI )</p> <p>2017 - 05 - 18</p> <p>2017 - 05 - 22</p> <p>3</p>	<p>Pág. 1 de 3</p>
--	--	--------------------

<p>Av. Miraflores Mz. E LL 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos - Lim</p>	<p>Teléfonos: (01) 527 - 2203 RPC: 992 - 302 - 883</p>	<p>SKYPE: ventas@gylaboratorio.com Correos: ventas@gylaboratorio.com servicios@gylaboratorio.com</p>	<p>Horario de Atención: Lunes a Viernes: 8:00 am a 6:00 pm Sábados: 8:00 am a 1:00 pm</p>
--	--	--	---





LABORATORIO DE METROLOGIA  
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA  
LABORATORIO SAC

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO **070-2017 GLF**

Pág. 2 de 3

Método de Calibración: FUEZA INDICADA CONSTANTE  
Tipo de Instrumento: MÁQUINA PARA CONCRETO MANUAL CON INDICADOR DIGITAL

#### DATOS DE LA CALIBRACIÓN

Dirección de la Carga: COMPRESIÓN Resolución: 0.02 kN

Indicación de la Máquina		Series de medición: Indicación del Patrón				
%	kN	1 (ASC) kN	2 (ASC) kN	2 (DESC) No Aplica	3 (ASC) kN	4 (ASC) No Aplica
10	100.0	100.8	99.2		99.8	
20	200.0	200.8	199.7		199.9	
30	300.0	299.9	299.5		299.8	
40	400.0	399.2	399.9		400.2	
50	500.0	499.8	499.7	No Aplica	500.4	No Aplica
60	600.0	600.2	600.0		600.1	
70	700.0	700.5	700.4		700.5	
80	800.0	800.6	800.3		800.1	
90	900.0	900.0	900.7		900.6	
100	1000.0	1000.3	1000.2		1000.8	
Indicación después de Carga:		0.20	0.40		0.20	No Aplica

#### RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN

Indicación de la Máquina		Errores Relativos Calculados				Resolución	Incertidumbre
%	kN	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Accesorios Acces. (%)	Relativa a (%)	Relativa U± (%) k=2
10	100.0	0.07	1.60			0.020	0.937
20	200.0	-0.07	0.55			0.010	0.345
30	300.0	0.09	0.13			0.007	0.105
40	400.0	0.06	0.25			0.005	0.163
50	500.0	0.01	0.14	No Aplica	No Aplica	0.004	0.111
60	600.0	-0.02	0.03			0.003	0.084
70	700.0	-0.07	0.01			0.003	0.084
80	800.0	-0.04	0.06			0.003	0.084
90	900.0	-0.05	0.08			0.002	0.084
100	1000.0	-0.04	0.06			0.002	0.084
Error Relativo de Cero fo (%)		0.02	0.04	0.02	No Aplica		

Técnico de Calibración: Gilmer Huamán Poquioma

#### CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Mínima: 16.1 °C  
Temperatura Máxima: 16.7 °C

Humedad Mínima: 97.0 %Hr  
Humedad Máxima: 97.0 %Hr



Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa  
Los Olivos - Lim

Teléfonos: (01) 527 - 2203  
RPC: 992 - 302 - 883

SKYPE: ventas@gyllaboratorio.com  
Correos: ventas@gyllaboratorio.com  
servicios@gyllaboratorio.com

Horario de Atención:  
Lunes a Viernes: 8:00 am a  
6:00 pm  
Sábados: 8:00 am a 1:00 pm



LABORATORIO DE METROLOGIA  
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

LABORATORIO SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO **070-2017 GLF**

Pág. 3 de 3

### CLASIFICACIÓN DE MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN

Errores relativos absolutos máximos hallados					
Exactitud q(%)	Repetibilidad b(%)	Reversibilidad v(%)	Accesorios aces(%)	Cero fe(%)	Resolución a(%) en el 20%
0,09	0,55	No Aplica	No Aplica	0,04	0,010

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica Peruana NTC-ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica: **CLASE 1 Desde el 20%**

### INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición esta dada en la tabla de resultados de la página No. 2. La incertidumbre de medición fue calculada utilizando un factor de cobertura  $k = 2$  para un nivel de confianza aproximado del 95,45% para una distribución "t-student" y fue estimada con el documento: **JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.**

### TRAZABILIDAD

El Laboratorio de Metrología de G & L LABORATORIO S.A.C. asegura el mantenimiento de la trazabilidad de los patrones de trabajo utilizados en las mediciones, los cuales han sido trazados al Sistema Internacional de Unidades. S.I.

### OBSERVACIONES .

- Se realizó una inspección general de la máquina encontrándose en buen estado de funcionamiento
- Los certificados de calibración sin las firmas no tienen validez .
- El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (NTC-ISO 7 500-1)
- "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (NTC-ISO 7 500-1)
- Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
- Los resultados contenidos parcialmente en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
- La calibración se realizó bajo condiciones establecidas en la NTC-ISO 7 500 - 1 de 2007, numeral 6,4,2. La cual especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10 °C y 35 °C; con una variación máxima de 2 °C durante cada serie de medición.
- Se adjunta con el certificado la estampilla de calibración No. **070-2017 GLF**

FIRMAS AUTORIZADAS

Téc. Gilmer Mejía Quiroma  
Responsable Laboratorio de Metrología

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa  
Los Olivos - Lim


Teléfonos: (01) 527 - 2203  
RPC: 992 - 302 - 883

SKYPE: ventas@gyllaboratorio.com  
Correos: ventas@gyllaboratorio.com  
servicios@gyllaboratorio.com

Horario de Atención:  
Lunes a Viernes: 8:00 am a  
6:00 pm  
Sábados: 8:00 am a 1:00 pm



## Anexo 10: Carta de entrega de informe de laboratorio de ensayos



**INVERSIONES LICERA**  
*Dr. Yvan Segundo Licera Castro*

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

---

**RUC: 10193233711**  
**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

---

Chachapoyas, 20 de Noviembre de 2018

**Carta Nro.120-2018-LAB.INV.LICERA/ING.YSLC**

Sres.  
Félix Vásquez Valderrama  
Nilger Manrique López  
Atención-

**Asunto:** Entrega de resultados de ensayos de laboratorio

**Referencia:** Tesis denominada: "Sub base y base tratada con incorporación de cemento portland tipo I, en carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas – Amazonas 2018".

---

De nuestra especial consideración:

Adjunto al presente se adjunta los resultados de los análisis de laboratorio realizados a solicitud de ustedes para el desarrollo de la tesis denominada: "Sub base y base tratada con incorporación de cemento portland tipo I, en carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas – Amazonas 2018".

Los análisis solicitados fueron los siguientes:

ITEM	CANTERA	MATERIAL	ADICIÓN	DESCRIPCIÓN	NORMA
01	El dorado	Sub base	0.0% de cemento	Granulometría Proctor modificado C.B.R.	ASTM D-423/424 ASTM-D1557 ASTM D-1883
02	El dorado	Sub base	0.5% de cemento	LL y LP Proctor modificado C.B.R.	ASTM D-423/424 ASTM-D1557 ASTM D-1883
03	El dorado	Sub base	1.0% de cemento	LL y LP Proctor modificado C.B.R.	ASTM D-423/424 ASTM-D1557 ASTM D-1883
04	El dorado	Sub base	1.5% de cemento	LL y LP Proctor modificado C.B.R.	ASTM D-423/424 ASTM-D1557 ASTM D-1883
05	Cocahuayco	Base	0.0% de cemento	Granulometría Proctor modificado C.B.R.	ASTM D-423/424 ASTM-D1557 ASTM D-1883
06	Cocahuayco	Base	0.5% de cemento	LL y LP Proctor modificado C.B.R.	ASTM D-423/424 ASTM-D1557 ASTM D-1883
07	Cocahuayco	Base	1.0% de cemento	LL y LP Proctor modificado C.B.R.	ASTM D-423/424 ASTM-D1557 ASTM D-1883
08	Cocahuayco	Base	1.5% de cemento	LL y LP Proctor modificado C.B.R.	ASTM D-423/424 ASTM-D1557 ASTM D-1883

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS – CHACHAPOYAS  
RPC 949183795 - FIJO 041-631813  
Email: ilc32@hotmail.com

**INVERSIONES LICERA***De: Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711****CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

Los ensayos descritos en cuadro anterior, fueron desarrollados en presencia y supervisión constante de ustedes como responsables de la tesis que vienen desarrollando, lo cual se acredita con el panel fotográfico que se adjunta a la presente.

Asimismo, con la finalidad de demostrar la validez de los ensayos realizados, se adjunta los certificados de calibración de los equipos utilizados en el laboratorio, así como, la acreditación del laboratorio de mecánica de suelos y concreto, emitido por la Universidad San Pedro.

Por otro lado, se precisa que, para minimizar el error por factor humano, se implementó un equipo mecánico con pistón hidráulico, comandado por un tren de carga y un motor de velocidad, a este se le acopla los diales de carga y haciendo uso de un equipo receptor de valores se captura de manera automática los valores de penetración. El uso de este equipo electrónico reduce las capturas de valores no reales en el ensayo, por lo tanto, se adjunta el certificado de calibración del equipo en mención.

Sin otro particular y agradeciendo la confianza depositada en mi representada, me despido deseando éxitos en la investigación que vienen realizando.

Atentamente.

  
\_\_\_\_\_  
YVAN SEGUNDO LICERA CORREA  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. 53820

Anexo I: Panel fotográfico



**INVERSIONES LICERA**

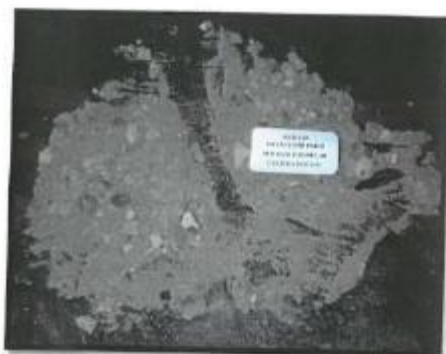
*De: Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

a) Granulometria



Cuarteo de material (Sub base granular natural)



Granulometría (Base granular natural)



Tamizador eléctrico (Base granular natural)

*E. A. G.*  
**Elbis Antonio Meléndez Grandez**  
 Laboratorio

*Y. S. L. C.*  
**YVAN SEGUNDO LICERA CORREA**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. 53820





**INVERSIONES LICERA**

*De: Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

b) Ensayo de Proctor modificado



Proctor modificado (Base granular natural)



Proctor modificado (Base granular + 0.5% de cemento)



Proctor modificado (Base granular + 1.0% de cemento)

*Eelis*  
Elbis Antonio Velásquez Grandez  
Laboratorista

*Yvan*  
YVAN SEGUNDO LICERA CORREA  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. 53820

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS  
RPC 949183795 - FIJO 041-631813  
Email: ilc32@hotmail.com



**INVERSIONES LICERA**

*Dr. Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

c) Ensayo de C.B.R.



Equipo electrónico para ensayo a compresión



Equipo electrónico de ensayo a compresión (C.B.R.) – Base granular




Equipo electrónico de ensayo a compresión (C.B.R.) – Sub base granular

*Elbis*  
**Elbis Antonio Meléndez Grandez**  
Laboratorista

*Yvan*  
**YVAN SEGUNDO LICERA CORREA**  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. 53820

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS – CHACHAPOYAS  
RPC 949183795 - FIJO 041-631813  
Email: lic32@hotmail.com

## Anexo 11: Clasificación de suelos (Sub base)



**INVERSIONES LICERA**  
De: Yvan Segundo Licera Correa

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

---


**RUC: 10193233711**  
**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

**CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS - AASHTO**

<b>PROYECTO:</b>	SUB BASE Y BASE TRATADA CON INCORPORACIÓN DE CEMENTO PORTLAND TIPO I, EN CARRETERA CÁCLIC LUYA LAMUD, CHACHAPOYAS - AMAZONAS 2018.				
<b>SOLICITA:</b>	FELIX JUAN VÁSQUEZ VALDERRAMA (DNI: 43620917); NILGER NICOLÁS MANRIQUE LÓPEZ (DNI: 03894910).				
<b>LUGAR:</b>	CANTERA DORADO - SUB BASE GRANULAR				
<b>FECHA:</b>	20/11/2018	<b>AASHTO:</b>	A-1-a (0)	<b>SUCS:</b>	GW
<b>PESO SECO INICIAL</b>	2400.00	<b>CANTERA:</b>	CANTERA		
<b>PESO SECO LAVADO</b>	2346.10	<b>MUESTRA:</b>	1		
<b>PESO PERDIDO POR LAVADO</b>	53.9	<b>E:</b>	TAJO ABIERTO		

TAMIZ	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
No	ABERT. (mm.)			
3"	75.200	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	340.30	14.18	85.82
3/4"	19.300	350.70	14.61	71.21
1/2"	12.700	306.20	12.76	58.45
3/8"	9.525	148.30	6.18	47.73
1/4"	6.350	147.70	6.15	53.89
N° 4	4.760	132.90	5.54	40.58
N° 10	2.000	131.70	5.46	35.11
N° 20	0.840	123.50	5.15	29.97
N° 30	0.590	66.50	2.77	27.20
N° 40	0.420	111.40	4.64	22.55
N° 60	0.250	298.20	12.43	10.13
N° 100	0.149	137.10	5.71	4.42
N° 200	0.074	52.10	2.17	2.25
PLATO		53.9	2.25	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>2400.00</b>	<b>100.00</b>	

**CURVA GRANULOMETRICA (Sub base)**





**Notas:**  
- La muestra fue tomada de acuerdo a la Norma ASTM D-3487

**Referencia:**  
- ASTM C 136-05: Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates  
- ASTM C 117-04: Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing  
- ASTM C 125-06: Standard terminology relating to concrete and concrete aggregates

TÉC: ELIBIS MELENDEZ GRANDAZ      Rev: ING. YVAN S. LICERA CORREA      Emitido: 20/11/2018

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

  
**Elbis Antonio Melendez Grandaz**  
Laboratista

  
**YVAN SEGUNDO LICERA CORREA**  
Ingeniero Civil  
RUC: 10193233711

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS  
 RPC 949183795 - FIJO 041-631813  
 Email: ilc32@hotmail.com


**INVERSIONES LICERA**
*De: Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**
**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

LIMITE LIQUIDO (%)	0.00
INDICE PLASTICO (%)	0.00
IG	0

\*IP=0 cuando no presenta

D10	:	0.2477
D30	:	0.8475
D60	:	13.4794
D70	:	18.4941
Cu	:	54.41825
Cc	:	0.21512

N200	2.25
N4	40.58
Cu	54.42
Cc	0.21512
IP	0.00
LL	0.00

SUCS	0	GW
Grava bien graduada, suelos granos gruesos, gravas, gravas limpias		

N10	35.11
N40	22.55
N200	2.25
LL	0.00
IP*	0.00

AASHTO	0	A-1-a	IG:	0
Fragmentos de roca, grava y arena, Excelente a Bueno				


HUMEDAD	ENSAYO		
	A		
Peso de tara + MH	2664.60	2058.60	2224.50
Peso de tara + MS	2569.10	2023.50	2153.40
Peso de tara	287.10	286.10	287.60
Peso del agua	95.50	75.10	71.10
Peso de la Muestra Seca	2282.00	1737.40	1865.80
Contenido de humedad (%)	4.18	4.32	3.81
PROMEDIO	4.11		

  
 Elbis Antonio Meléndez Grandez  
 Laboratorista

  
 YVAN SEGUNDO LICERA CORREA  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. 53820



Anexo 12: Clasificación de suelos (Base)



**INVERSIONES LICERA**  
*Dic. Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**  
**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

**CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS - AASHTO**

**PROYECTO:** SUB BASE Y BASE TRATADA CON INCORPORACIÓN DE CEMENTO PORTLAND TIPO I, EN CARRETERA CÁCLIC LUYA LAMUD, CHACHAPOYAS - AMAZONAS 2018

**SOLICITA:** FELIX JUAN VÁSQUEZ VALDERRAMA (DNI: 43620917); MILGER NICOLÁS MANRIQUE LÓPEZ (DNI: 09894910).

**LUGAR:** CANTERA COCACHUAYCO - BASE GRANULAR

**FECHA:** 20/11/2018      **AASHTO:** A-1-a [1]      **SUCS:** GP

---

**PESO SECO INICIAL:** 1400.00      **CANTERA:** CANTERA


**PESO SECO LAVADO:** 1333.60      **MUESTRA:** 1

**PESO PERDIDO POR LAVADO:** 66.4      **E:** TAJID ABIERTO

TAMIZ		PESO RETEN.	% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA
No	ABERT. (mm.)	(gr)	PARCIAL	ACUMULADO	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	52.60	3.76	3.76	96.24
3/4"	19.100	178.10	12.72	16.48	83.52
1/2"	12.700	296.40	21.03	37.51	62.49
3/8"	9.525	74.50	5.32	42.83	57.17
1/4"	6.350	120.80	8.63	51.46	48.54
N° 4	4.750	100.90	7.21	58.66	41.34
N° 10	2.000	178.50	12.75	71.41	28.59
N° 20	0.840	130.30	9.31	80.72	19.28
N° 30	0.590	41.30	2.95	83.67	16.33
N° 40	0.420	43.60	3.11	86.79	13.21
N° 60	0.250	71.70	5.12	91.91	8.09
N° 100	0.149	29.90	2.14	94.04	5.96
N° 200	0.074	17.00	1.21	95.26	4.74
PLATO		66.4	4.74	100.00	0.00
TOTAL		1400.00	100.00		


  


**CURVA GRANULOMETRICA (Base)**



**Notas:**  
La muestra fue tamizado de acuerdo a la Norma ASTM D 2487

**Referencia:**  
- ASTM C 136-05: Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates  
- ASTM C 117-04: Standard test method for materials finer than 75-µm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing  
- ASTM C 125-05: Standard terminology relating to concrete and concrete aggregates

  
**Elbis Antonio Rodríguez Granados**  
 Laboratorio
 

  
**YVAN SEGUNDO LICERA CORREA**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP 52935

Emitido: 20/11/2018

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS  
 RPC 949183795 - FÚO 041-631813  
 Email: ilc32@hotmail.com


**INVERSIONES LICERA**
*Dr. Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**
**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

LIMITE LIQUIDO (%)	0.00
INDICE PLASTICO (%)	0.00
IG	1

\*IP=0 cuando no presenta

D10	:	0.2477
D30	:	0.8475
D60	:	13.4794
D70	:	18.4941
Cu	:	54.41825
Cc	:	0.21512

N200	4.74
N4	41.34
Cu	54.42
Cc	0.21512
IP	0
LL	0.00

SUCS	1	GP
Grava mal graduada, suelos granos gruesos, gravas, gravas limpias		

N10	28.55
N40	13.21
N200	4.74
LL	0.00
IP*	0


AASHTO	0	A-1-a	IG:	1
Fragmentos de roca, grava y arena, Excelente a Bueno				

HUMEDAD	ENSAYO		
	A		
Peso de tara + MH	1780.60	1777.20	1517.40
Peso de tara + MS	1735.30	1727.50	1474.70
Peso de tara	121.50	85.10	85.00
Peso del agua	45.30	49.70	42.70
Peso de la Muestra Seca	1613.80	1642.40	1389.70
Contenido de humedad (%)	2.81	3.03	3.07
PROMEDIO	2.97		

  
 Elbis Antonio Meléndez Grandez  
 Laboratorista

  
 YVAN SEGUNDO LICERA CORREA  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. 53827

Anexo 13: Sub base natural, ensayos Proctor modificado y CBR



**INVERSIONES LICERA**  
*De: Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoria en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingenieria y Arquitectura

**RUC: 10193233711**  
**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

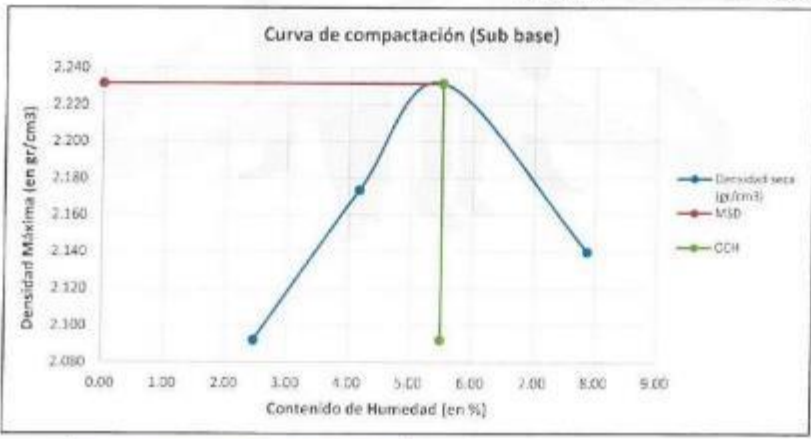
  

ENSAYO DE COMPACTACION ASTM-D1557					
<b>PROYECTO</b>	SUB BASE Y BASE TRATADA CON INCORPORACION DE CEMENTO PORTLAND TIPO I, EN LA CARRETERA CALIC LUYA LAMUD, CHACHAPOYAS - AMAZONAS 2018				
<b>SOLICITA</b>	FELIX JUAN VASQUEZ VALDERRAMA (DNI: 43620917); NILGER NICOLAS MANRIQUE LOPEZ (DNI: 09894910)				
<b>UBICACION</b>	CANTERA EL DORADO	<b>INSTITUCION:</b> ESCUELA DE PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
<b>FECHA</b>	20/11/2018				
DATOS DE LA MUESTRA					
<b>CANTERA</b>	CANTERA EL DORADO	<b>CLASF. (SUCS)</b>		GW	
<b>MATERIAL</b>	SUS BASE GRANULAR NATURAL	<b>CLASF. (AASHTO)</b>		A-1-a (0)	
Nro DE ENSAYO	ENSAYO #01	ENSAYO #02	ENSAYO #03	ENSAYO #04	
Peso suelo + molde	7736.00	7992.00	8184.00	8086.00	
Peso molde	3174.00	3174.00	3174.00	3174.00	
Peso suelo humedo compactado	4562.00	4818.00	5010.00	4912.00	
Volumen del molde	2128.00	2128.00	2128.00	2128.00	
Peso volumetrico humedo	gr/cm <sup>3</sup>	2.14	2.26	2.35	2.31
Recipiente N°	22	26	8	20	
Peso del suelo humedo+tara	gr	897.30	961.10	1077.10	830.40
Peso del suelo seco + tara	gr	877.70	928.00	1026.60	776.00
Tara	gr	85.00	134.10	108.80	85.10
Peso de agua	gr	19.60	33.10	50.50	54.40
Peso del suelo seco	gr	792.70	793.90	917.80	690.90
Peso volumetrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.092	2.173	2.232	2.140
Contenido de humedad	%	2.47	4.17	5.50	7.87

Metodo	"C"
Densidad maxima (gr/cm <sup>3</sup> )	2.232
Humedad optima (%)	5.502
Densidad seca(100%)	2.232
OCH (100%)	5.502


  




  

RESULTADOS	
OCH (100%)	5.502
Densidad seca(100%)	2.232



Elbis Antonio Mujica Grandez  
Laboratorio



YVAN SEGUNDO LICERA CORREA  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. 53820

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS  
RPC 949183795 - FIJO 041-631813  
Email: ilc32@hotmail.com





**INVERSIONES LICERA**

De: *Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

**RELACIONES PORTE DE LA MUESTRA (N° 1)**  
**ASTM C 1313**

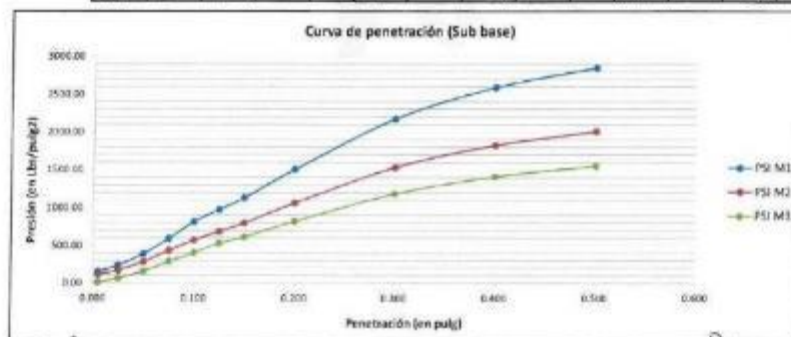
PROYECTO:	SUB BASE Y BASE TRATADA CON INCORPORACION DE CEMENTO PORTLAND TPO1 EN CARRETERA CAJUE LUNA (AMUJ), CHACHAPOYAS - AMAZONAS 2018		
SOCIETA:	FELIX FLIAN VASQUEZ VALDEKAMA (DNI: 4205917), MELER NICOLAS MANRIQUE LOPEZ (DNI: 0904902)		
UBICACION:	CANTERA EL DORADO	INSTITUCION:	ESCUELA DE PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FECHA:	20/11/2018		

<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
CALIDAD:	CANTERA EL DORADO	CLASIF. (BUCS):	SW
MUESTRA:	SUB BASE GRANULAR NATURAL	CLASIF. (ASTM):	A-2-1 (2)

<b>COMPACTACION</b>						
Indice SP	0		1		2	
Capas SP	0		1		2	
Ediciones por capa SP	56		75		112	
Condicion de la muestra	<b>NO SATURADO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO SATURADO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO SATURADO</b>	<b>SATURADO</b>
Peso de molde + Tierra + Concreto (g)	12774.00	13051.00	13256.00	12760.00	13074.00	13251.00
Peso de molde (g)	8082.00	8082.00	7884.00	7884.00	8102.00	8102.00
Peso de suelo + concreto (g)	4694.00	4969.00	4752.00	4886.00	4974.00	4750.00
Volumen del molde (m³)	2134.00	2134.00	2134.00	2134.00	2134.00	2134.00
Densidad aparente (g/cm³)	2.215	2.324	2.248	2.302	2.351	2.231
Tasa SW	16	3	3	15	15	15
Peso agua libre de aire (g)	748.00	4956.00	742.00	4885.00	659.70	4730.00
Peso agua seco + Aire (g)	703.50	4647.70	728.00	4515.00	615.10	4544.90
Peso de aire (g)	67.40	0.00	66.20	0.00	66.70	0.00
Peso de agua (g)	35.30	308.30	32.00	351.63	28.70	385.10
Peso de suelo seco (g)	665.10	4647.70	695.70	4515.00	544.80	4344.90
Contenido de humedad (%)	5.30	6.63	5.25	7.77	5.27	8.86
Densidad seca (g/cm³)	2.190	2.190	2.146	2.146	2.049	2.049

<b>EXPANSION</b>									
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		EXPANSION		EXPANSION	
				mm	%	mm	%	mm	%
18/11/2018	15:40	00 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
17/11/2018	15:40	14 Hrs	0.0110	0.000	0.0180	0.000	0.0190	0.000	0.000
18/11/2018	15:40	18 Hrs	0.0110	0.000	0.0240	0.000	0.0310	0.000	0.000
18/11/2018	15:40	73 Hrs	0.0260	0.000	0.0230	0.000	0.0420	0.000	0.000

<b>PENETRACION</b>														
PENETRACION	STAND	CARGA	MOLDE N° 21				MOLDE N° 30				MOLDE N° 31			
			CARGA	PENETRACION	PREMIO	PREMIO	CARGA	PENETRACION	PREMIO	PREMIO	CARGA	PENETRACION	PREMIO	PREMIO
mm	mm	LIB	mm	mm	LIB	mm	mm	LIB	mm	mm	LIB	mm	mm	
0.001	0.13	495.857	0.005	155.34	321.85	0.013	134.117	89.63	53.405	0.005	16.61	-3.23		
0.025	0.89	786.074	0.025	240.99	256.76	0.025	274.1679	187.57	222.147	0.025	70.31	80.24		
0.050	1.27	1246.581	0.050	393.69	430.35	0.050	357.247	286.673	306.44	0.050	105.35	185.71		
0.075	1.69	1581.875	0.075	594.96	607.49	0.075	434.5323	432.20	320.823	0.075	290.81	296.87		
0.100	2.14	2185.206	0.100	816.40	787.34	0.100	572.0034	557.82	458.0	0.100	406.25	407.14	40.71	
0.125	2.61	3046.114	0.125	1172.80	1068.70	0.125	719.730	684.81	588.096	0.125	512.50	513.90		
0.150	3.11	4284.129	0.150	1613.41	1348.40	0.150	966.050	836.56	705.317	0.150	616.26	618.71		
0.200	4.18	6771.311	0.200	2500.80	1930.30	0.200	1466.054	1268.90	1068.896	0.200	820.80	828.79	84.89	
0.300	7.40	11882.149	0.300	4172.87	3145.24	0.300	2466.717	1925.32	1576.615	0.300	1161.31	1171.95		
0.400	10.16	18050.933	0.400	6591.00	4621.80	0.400	3773.444	2844.63	2246.101	0.400	1430.67	1426.82		
0.500	13.70	25023.839	0.500	9852.52	6840.48	0.500	5681.858	4206.80	3286.385	0.500	1952.35	1946.77		
CBR 0.1"			78.73			CBR 0.1"		55.79		CBR 0.1"		40.71		
CBR 0.2"			100.22			CBR 0.2"		70.3		CBR 0.2"		54.80		



*E. Licera*  
**FELIX ANTONIO MELANES GRANDZ**  
Laboratorista

*Y. Licera*  
**YVAN SEGUNDO LICERA CORREA**  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. 53827





**INVERSIONES LICERA**

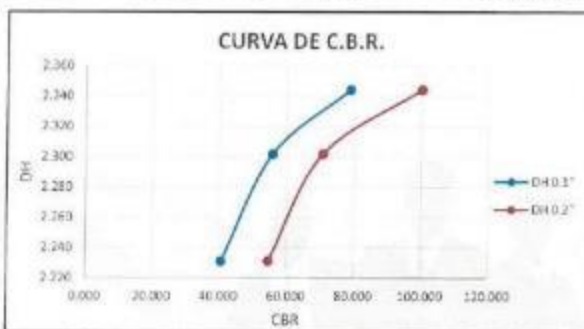
*De: Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Cíviles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

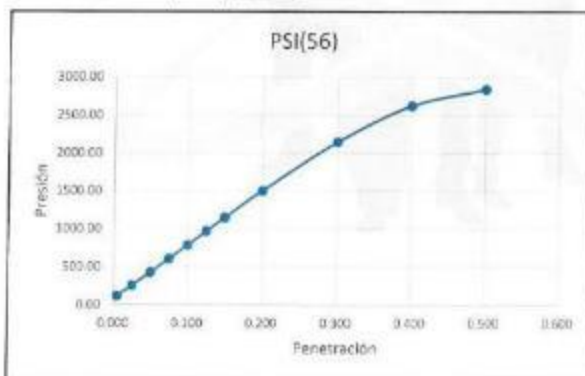
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1883			
PROYECTO	SUB BASE Y BASE TRATADA CON INCORPORACION DE CEMENTO PORTLAND TIPO I, EN CARRETERA CÁCLIC LUYA LAMUD, CHACHAPOYAS – AMAZONAS 2018		
SOLICITA	FÉLIX JUAN VÁSQUEZ VALDERRAMA (DNI: 43620917); NILGER NICOLÁS MANRIQUE LÓPEZ (DNI: 098949)		
UBICACIÓN	CANTERA EL DORADO	INSTITUCIÓN:	ESCUELA DE PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL DE LA
FECHA	20/11/2018		UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
DATOS DE LA MUESTRA			
CANTERA	CANTERA EL DORADO	CLASF. (SUCS)	GW
MATERIAL	SUB BASE GRANULAR NATURAL	CLASF. (AASHTO)	A-1-a (0)



RESULTADOS	M.D.S	CBR
CBR (95%)	2.227	40.72%
CBR (100%)	2.297	54.71%

**CORRECCION**

EC = 56 GOLPES (27.7 kg-cm/cm<sup>2</sup>)



CORRECCIÓN 56 GOLPES	
CBR 0.1"	78.73
CBR 0.2"	100.22

*Elbis Antonio Meléndez Grandez*  
Elbis Antonio Meléndez Grandez  
Laboratorista

*Yvan Segundo Licera Correa*  
YVAN SEGUNDO LICERA CORREA  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. 5302



**INVERSIONES LICERA**

*Dr. Yvan Segundo Licera Correa*

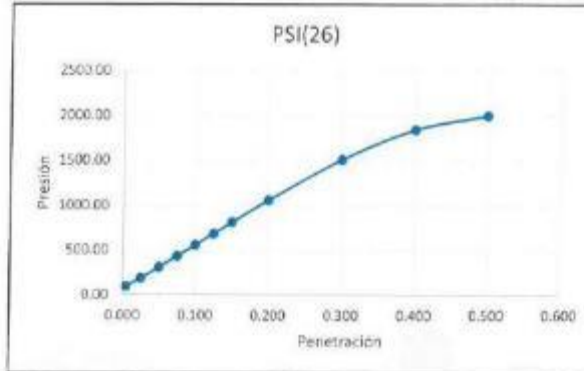
- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

**CORRECCION**

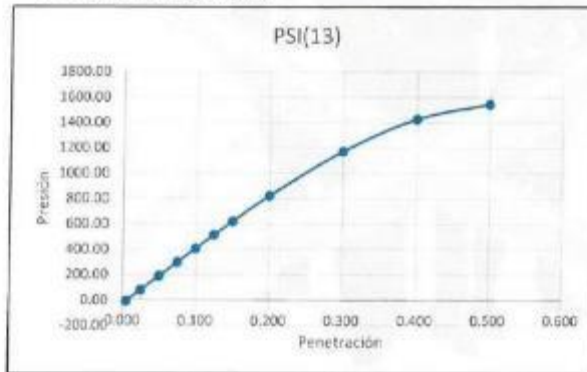
EC = 26 GOLPES (12.2 kg-cm/cm<sup>2</sup>)



CORRECCIÓN 26 GOLPES	
CBR 0.1"	55.78
CBR 0.2"	70.59

**CORRECCION**

EC = 13 GOLPES (6.1 kg-cm/cm<sup>2</sup>)



CORRECCIÓN 13 GOLPES	
CBR 0.1"	40.71
CBR 0.2"	54.65

*Elbis*  
 Elbis Antonio Meléndez Grandez  
 Laboratorista

*Yvan*  
 YVAN SEGUNDO LICERA CORREA  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. 53000

Anexo 14: Sub base + 0.5% de cemento, ensayos Proctor modificado y CBR



**INVERSIONES LICERA**

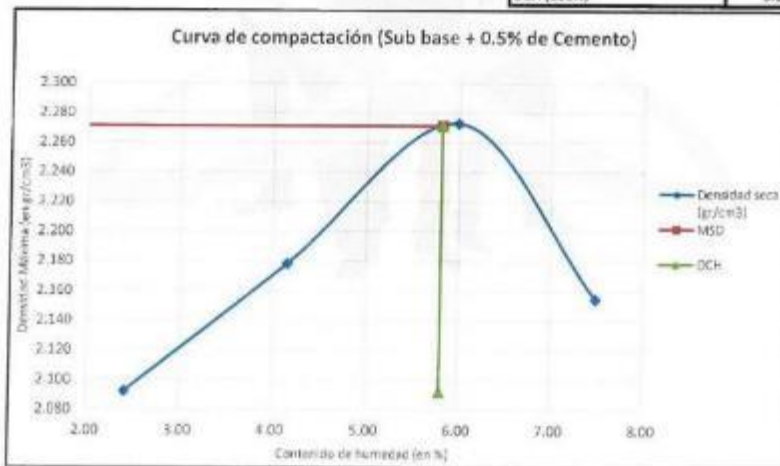
*De: Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

ENSAJO DE COMPACTACION ASTM-D1557					
PROYECTO:	SUB BASE Y BASE TRATADA CON INCORPORACION DE CEMENTO PORTLAND TIPO I, EN CARRETERA CACLIC LUYA LAMUD, CHACHAPOYAS - AMAZONAS 2018				
SOLICITA:	FÉLIX JUAN VÁSQUEZ VALDERRAMA (DNI: 43620917); NILGER NICOLÁS MANRIQUE LÓPEZ (DNI: 09894910)				
UBICACIÓN:	CANTERA EL DORADO	INSTITUCIÓN: ESCUELA DE PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO			
FECHA:	20/11/2018				
DATOS DE LA MUESTRA					
CANTERA	CANTERA EL DORADO	CLASF. (SUCS)		GW	
MATERIAL	SUB BASE GRANULAR + 0.5% DE CEMENTO	CLASF. (AASHTO)		A-1-a (0)	
Nro de Ensayo	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4	
Peso suelo + molde	gr 7734.00	8002.00	8300.00	8102.00	
Peso molde	gr 3174.00	3174.00	3174.00	3174.00	
Peso suelo húmedo compactado	gr 4560.00	4828.00	5126.00	4928.00	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup> 2128.00	2128.00	2128.00	2128.00	
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup> 2.14	2.27	2.41	2.32	
Recipiente N°	24	6	14	2	
Peso del suelo húmedo+tara	gr 1191.20	918.00	937.30	668.30	
Peso del suelo seco + tara	gr 1166.60	885.90	890.30	656.10	
Tara	gr 148.00	114.70	105.30	92.70	
Peso de agua	gr 24.60	32.10	47.00	42.20	
Peso del suelo seco	gr 1018.60	771.20	785.00	563.40	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup> 2.092	2.178	2.273	2.154	
Contenido de agua	% 2.42	4.16	5.99	7.46	
Metodo					"C"
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )					2.273
Humedad óptima (%)					5.987
Densidad seca(100%)					2.271
OCH (100%)					5.808



RESULTADOS	
OCH (100%)	5.808
Densidad seca(100%)	2.271

*Elbis Antonio Meéndez Grandez*  
Laborantista

*YVAN SEGUNDO LICERA CORREA*  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. 53820



**INVERSIONES LICERA**

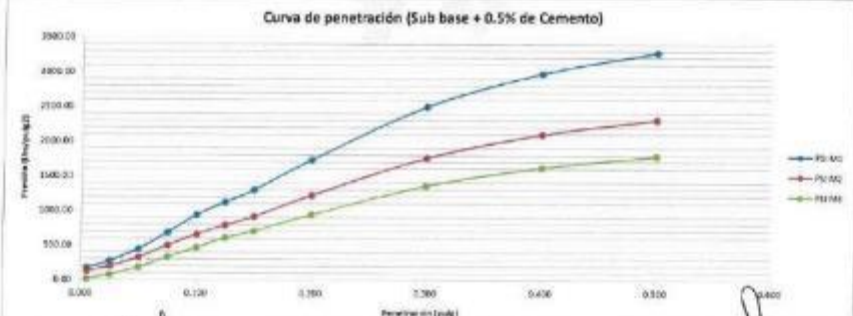
De: *Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Cíviles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

RELACION DE DATOS DE CALIDAD (C.A.S.)															
ASIMPLEJA															
PROYECTO	SUB BASE Y BASE TRATADA CON INCORPORACION DE CEMENTO PORTLAND TIPO I, EN LAMINA CAJUELA LUYA (AMUO), CHACHAPOYAS - AMAZONAS 2008														
SOBOTA	FELIX ALAN VASQUEZ VALDECRAMA (DNI: 40220027), NIGER NICOLAS MANRIQUE LÓPEZ (DNI: 80999510)														
UBICACION	CAMPERA EL DORADO			INSTITUCIÓN: ESCUELA DE PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO											
FECHA	20/11/2018														
DATOS DE LA MUESTRA															
CANTERA	CAMPERA EL DORADO			CLASIF. (SAC)				GIV							
MUESTRA	SUB BASE GRANULAR + 05% DE CEMENTO			CLASIF. (ABRITO)				A 1 (02)							
COMPACTACION															
Moctor Nº	10			2			8			8					
Carga Nº	5			5			5			5					
Ángulo por capa Nº	58			25			12			12					
Características de la muestra															
	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO				
Peso de molde + suelo húmedo (g)	2324.50		2264.00		2264.00		2264.00		2354.00		2372.00				
Peso de molde (g)	750.00		750.00		801.00		801.00		772.00		772.00				
Peso del suelo húmedo (g)	1574.50		1514.00		1463.00		1463.00		1582.00		1600.00				
Volumen del molde (m³)	2272.00		2272.00		2090.00		2090.00		2224.00		2224.00				
Densidad húmeda (g/cm³)	2.800		2.306		2.300		2.314		2.171		2.284				
Tare (N)	10			4			5			5					
Peso suelo húmedo + tara (g)	790.80		884.80		779.83		4836.00		707.50		4914.20				
Peso suelo seco + tara (g)	700.00		4962.24		340.00		4548.64		675.80		4568.17				
Peso de tara (g)	115.00		0.00		120.50		0.00		159.80		0.00				
Peso de agua (g)	85.80		343.72		35.33		287.36		14.70		383.88				
Peso de suelo seco (g)	845.20		4950.72		634.50		4846.64		570.10		4568.17				
Coeficiente de humedad (w)	10.15		6.93		5.56		5.93		2.58		8.49				
Densidad seca (g/cm³)	2.188		2.187		2.176		2.176		2.097		2.087				
EXPANSION															
FECHA	HORA	TIEMPO	SWL	EXPANSION		EXPANSION		DWL		EXPANSION					
				mm	%	mm	%	mm	%	mm	%				
28/11/2018	15:40	00 Min	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.000	0.00				
17/11/2018	15:40	24 Min	0.0110	0.000	0.00	0.0180	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00				
10/11/2018	15:40	48 Min	0.0152	0.000	0.00	0.0240	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00				
18/11/2018	15:40	72 Min	0.0181	0.000	0.00	0.0280	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00				
PENETRACION															
PENETRADOR	CARGA	SPT/CM	MOJDE Nº 01				MOJDE Nº 02				MOJDE Nº 03				
			CARGA	PRESION	CORRECCION	ESG	CARGA	PRESION	CORRECCION	ESG	CARGA	PRESION	CORRECCION	ESG	
0.000	0.15		265.688	0.005	178.64	148.17	0.15320	0.000	151.2280	107.68	0.000	62.580	0.005	11.11	-8.35
0.010	0.30		873.320	0.025	277.34	295.37	0.05441	0.005	200.8841	235.71	0.005	311.465	0.025	80.60	82.28
0.050	1.20		2403.384	0.100	422.25	484.68	0.18808	0.010	329.8847	354.73	0.010	803.080	0.050	180.10	218.17
0.100	2.40		2185.484	0.170	684.20	638.81	0.30270	0.020	489.7153	497.61	0.020	1218.947	0.025	334.43	343.70
0.300	7.50	1000	2705.101	0.300	1180.56	905.85	0.50354	0.100	637.8009	641.80	0.100	1818.224	0.100	469.30	468.23
0.500	12.70		4980.892	0.500	1124.40	1133.52	0.59856	0.120	731.6585	786.96	0.120	1919.011	0.120	612.57	590.04
0.750	19.05		4710.108	0.750	1301.36	1337.83	0.80086	0.150	818.1859	883.26	0.150	2188.003	0.140	708.70	713.52
1.000	25.38	1500	5488.888	1.000	1782.84	1738.63	1.05225	0.200	1210.0176	1212.72	0.200	2988.090	0.160	943.68	942.75
1.500	37.92		3912.163	1.500	2498.80	2466.94	1.50343	0.300	1758.211	1735.72	0.300	3108.831	0.300	1360.81	1347.74
2.000	50.16		8482.076	2.000	2973.83	3014.65	1.60180	0.400	2056.573	2223.30	0.400	5186.618	0.400	1622.04	1640.81
3.000	75.24		18070.104	3.000	3278.23	3286.57	1.70154	0.500	2367.635	2350.34	0.500	9432.810	0.500	1785.20	1778.78
					30.24				84.15					80.82	
					115.25				81.2					62.85	



*Eulal*  
**Elbis Antonio Meléndez Grande**  
 Laboratorista

*Yvan*  
**YVAN SEGUNDO LICERA CORREA**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. 53820

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS  
 RPC 949183795 - FUIO 041-631813  
 Email: ilc32@hotmail.com





**INVERSIONES LICERA**

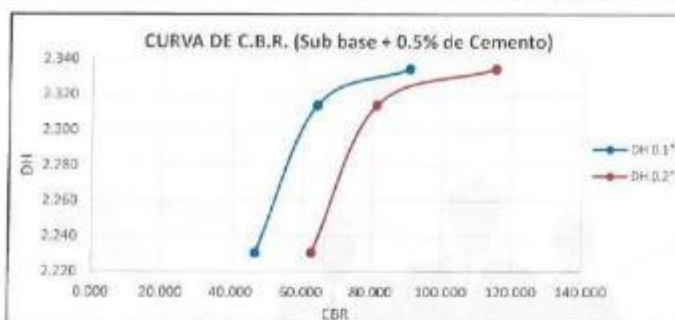
*De: Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

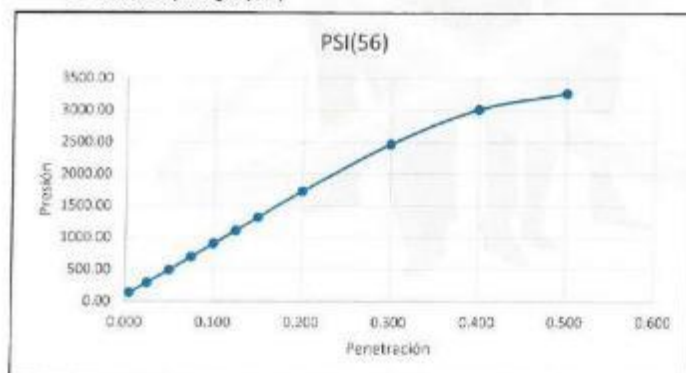
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1883			
PROYECTO	SUB BASE Y BASE TRATADA CON INCORPORACIÓN DE CEMENTO PORTLAND TIPO I, EN CARRETERA CACLIC LUVA LAMUD, CHACHAPOYAS - AMAZONAS 2018		
SOLICITA	FÉLIX JUAN VÁSQUEZ VALDERRAMA (DNI: 43620917) * NILGER NICOLÁS MANRIQUE LÓPEZ (DNI: 05894910)		
UBICACIÓN	EL DORADO	INSTITUCIÓN: ESCUELA DE PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
FECHA	04/12/2018		
DATOS DE LA MUESTRA			
CANTERA	CANTERA EL DORADO	CLASF. (SUCS)	GW
MATERIAL	SUB BASE GRANULAR + 0.5% DE CEMENTO	CLASF. (AASHTO)	A-1-a (0)



RESULTADOS	M.D.S	CBR
CBR (95%)	2.218	46.83%
CBR (100%)	2.288	57.98%

**CORRECCION**

EC = 56 GOLPES (27.7 kg-cm<sup>2</sup>)



CORRECCION 56 GOLPES	
CBR 0.1"	90.54
CBR 0.2"	115.25

*Elbis*  
Elbis Antonio Meléndez Grandez  
Laboratista

*Yvan*  
YVAN SEGUNDO LICERA CORREA  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP 5382<sup>o</sup>

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS  
RPC 949183795 - FUO 041-631813  
Email: ilc32@hotmail.com



**INVERSIONES LICERA**

*De: Yvan Segundo Licera Correa*

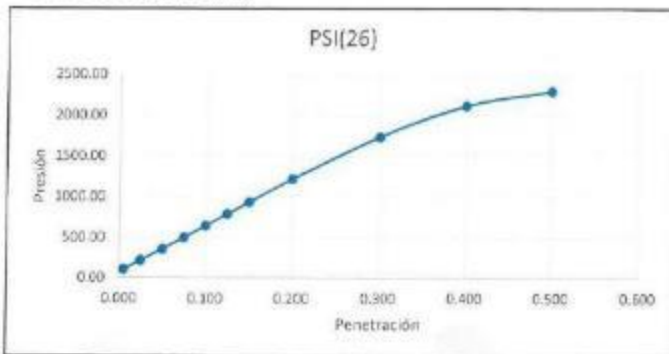
- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

**CORRECCION**

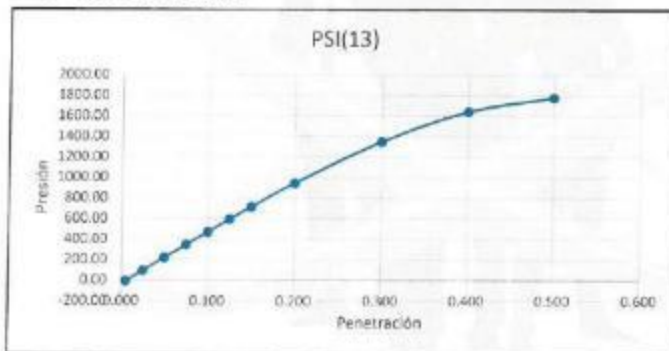
**EC = 26 GOLPES (12.2 kg-cm/cm<sup>3</sup>)**



CORRECCION 26 GOLPES	
CBR 0.1"	64.15
CBR 0.2"	81.18

**CORRECCION**

**EC = 13 GOLPES (6.1 kg-cm/cm<sup>3</sup>)**




CORRECCION 13 GOLPES	
CBR 0.1"	46.82
CBR 0.2"	62.85

*Eufel*  
 Elbis Antonio M. Méndez Grandez  
 Laboratorista

*Yvan*  
 YVAN SEGUNDO LICERA CORREA  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. 53820

Anexo 15: Sub base + 1.0% de cemento, ensayos Proctor modificado y CBR



**INVERSIONES LICERA**  
*De: Yvan Segundo Licera Correa*

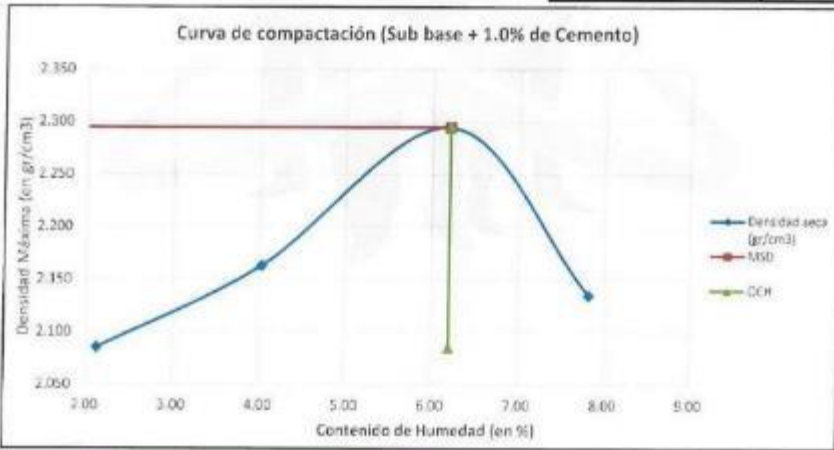
- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**  
**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**


ENSAYO DE COMPACTACION					
ASTM-D1557					
PROYECTO	SUB BASE Y BASE TRATADA CON INCORPORACIÓN DE CEMENTO PORTLAND TIPO I, EN CARRETERA CACLIC LUVA LAMUD, CHACHAPOYAS - AMAZONAS 2018				
SOLICITA	FELIX JUAN VÁSQUEZ VALDERRAMA (DNI: 43620917); NILGER NICOLÁS MANRIQUE LÓPEZ (DNI: 098949310)				
UBICACIÓN	CANTERA EL DORADO	INSTITUCIÓN	ESCUELA DE PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
FECHA	04/12/2018				
DATOS DE LA MUESTRA					
CANTERA	CANTERA EL DORADO	CLASF. (SUC5)	GW		
MATERIAL	SUB BASE GRANULAR + 1.0% DE CEMENTO	CLASF. (AASHTO)	A-1-a (0)		
Nro de Ensayo		Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4
Peso suelo + molde	gr	7706.00	7562.00	8360.00	8072.00
Peso molde	gr	3174.00	3174.00	3174.00	3174.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4532.00	4788.00	5186.00	4898.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2128.00	2128.00	2128.00	2128.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	2.13	2.25	2.44	2.30
Recipiente N°		15	21	16	3
Peso del suelo húmedo + tara	gr	685.60	1055.20	1090.20	756.70
Peso del suelo seco + tara	gr	673.10	1024.80	1031.60	709.00
Tara	gr	86.70	170.20	87.40	99.30
Peso de agua	gr	12.50	34.40	58.60	47.70
Peso del suelo seco	gr	586.40	854.60	944.20	609.70
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.085	2.103	2.295	2.135
Contenido de agua	%	2.13	4.03	6.21	7.82
Metodo					"C"
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )					2.295
Humedad óptima (%)					6.206
Densidad seca(100%)					2.295
OCH (100%)					6.206



RESULTADOS	
OCH (100%)	6.206
Densidad seca(100%)	2.295



**YVAN SEGUNDO LICERA CORREA**  
Ingeniero Civil  
Reg. C.I.P. 53820

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS  
RPC 949183795 - FUJO 041-631813  
Email: ilc32@hotmail.com



**INVERSIONES LICERA**

*De: Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoria en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingenieria y Arquitectura

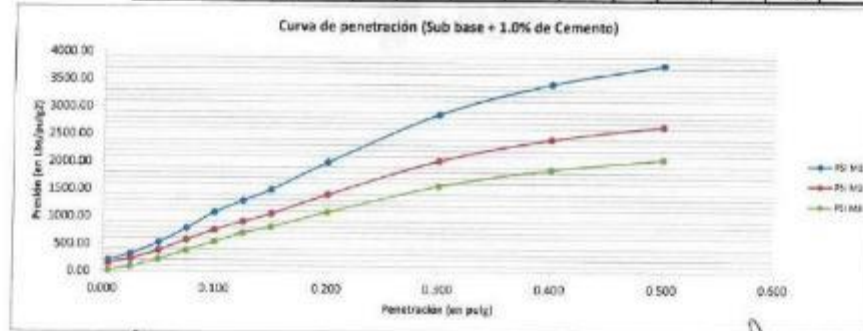
RUC: 10193233711

CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568

DISEÑO Y SOPORTE DE MAQUINARIA						
417M2.1953						
PROYECTO	SUB BASE Y BASE TRAZADA CON INCORPORACIÓN DE CEMENTO PORTLAND TPO I, EN CARRETERA CACUCUYA LAMUJO, CHACHAPOYAS - AMAZONAS PERU					
SOLICITA	HELIX ALAN VÁSQUEZ VILLERBAMA (DNE 43020917), NEIDER WOODS MARRIQUE LOPEZ (DNE 09899510)					
UBICACIÓN	CAMPERA EL DORADO					
FECHA	30/11/2018	INSTITUCIÓN	ESCUELA DE PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>						
CALIDAD	CAMPERA EL DORADO		CLASIF. (SUELO)	GW		
MUESTRA	SUB BASE GRANULAR + 1.0% DE CEMENTO		CLASIF. (ASTM-C)	A-1-a (G)		
<b>COMPACTACIÓN</b>						
Modulo M <sub>p</sub>	32		13		9	
Espesor M <sub>p</sub>	5		5		5	
Calidad por espesor M <sub>p</sub>	30		25		22	
Condiciones de la muestra						
	<b>NO SATURADO</b>		<b>SATURADO</b>		<b>NO SATURADO</b>	
Peso de molde + agua saturado (g)	1291.00	12746.00	17404.00	13261.00	13378.00	12716.00
Peso de molde (g)	3775.00	3776.00	3876.00	3176.00	3452.00	3812.00
Peso de suelo húmedo (g)	4854.00	4970.00	4728.00	4345.00	4266.00	4104.00
Peso seco del suelo (g)	3224.00	3214.00	2278.00	3278.00	3294.00	3294.00
Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	2.832	2.785	2.102	3.332	1.890	1.903
Tasa (M <sub>p</sub> )	6		3		4	
Peso suelo húmedo + tasa (g)	792.60	4970.20	864.00	4941.00	854.80	4981.00
Peso suelo seco + tasa (g)	750.00	4515.12	823.00	4828.00	814.00	4634.8
Peso de tacta (g)	214.70	0.00	91.90	0.00	101.10	0.00
Peso de agua (g)	37.40	363.88	41.80	416.98	60.90	488.55
Peso de punto seco (g)	740.30	4546.12	732.30	4129.06	712.90	4084.65
Contenido de humedad (%)	5.04	8.37	5.72	6.25	5.74	11.64
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.071	2.871	3.085	1.860	1.759	1.759

FECHA	HORA	TIEMPO	SRL	EXPANSIÓN		D.K.	EXPANSIÓN		SRL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
16/11/2018	15:40	00 Hrs	0.0000	0.020	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
17/11/2018	15:40	24 Hrs	0.0110	0.030	0.00	0.0100	0.000	0.00	0.0110	0.000	0.00
18/11/2018	15:40	48 Hrs	0.0252	0.030	0.00	0.0240	0.000	0.00	0.0252	0.000	0.00
17/11/2018	15:49	72 Hrs	0.0581	0.030	0.00	0.0520	0.000	0.00	0.0433	0.000	0.00

PENETRACION	CARGA (TON)	SRI (mm)	MOZOS DE 41						MOZOS DE 32						MOZOS DE 9					
			CARGA		PENETRACION		CORRECCION		CARGA		PENETRACION		CORRECCION		CARGA		PENETRACION		CORRECCION	
			PS (kg)	MS (kg)	PS (mm)	MS (mm)	PS (mm)	MS (mm)	PS (kg)	MS (kg)	PS (mm)	MS (mm)	PS (mm)	MS (mm)	PS (kg)	MS (kg)	PS (mm)	MS (mm)	PS (mm)	MS (mm)
0.100	0.11	349.221	0.022	205.40	180.84	471.540	0.005	110.4275	125.58	89.416	0.025	21.84	9.45							
0.020	0.84	360.238	0.078	310.23	138.91	71.674	0.025	330.8394	242.95	113.214	0.025	92.61	105.82							
0.050	1.27	365.487	0.050	518.67	347.80	183.200	0.050	376.4207	407.18	191.883	0.050	218.26	256.42							
0.075	1.80	348.713	0.075	755.25	480.80	203.280	0.075	573.5960	535.50	1215.417	0.075	383.87	384.53							
0.100	2.54	3000	0.100	1277.74	1038.20	103.94	2760.303	0.100	755.0445	732.30	4769.938	0.100	535.71	137.43	53.74					
0.125	3.17	408.815	0.125	1259.71	1228.13	187.281	3129.818	0.125	906.8663	922.20	1221.641	0.125	762.97	178.40						
0.150	3.80	478.711	0.150	1481.75	1326.52	249.918	4401.968	0.150	1051.821	1070.07	1571.199	0.150	819.44	188.70						
0.200	5.08	4288.022	0.200	1989.05	1594.28	332.35	6061.968	0.200	1400.722	1397.74	1824.808	0.200	1088.19	202.12	72.14					
0.300	7.62	8081.184	0.300	2988.15	2831.51	488.198	8888.198	0.300	2018.289	1992.30	4961.881	0.300	1561.97	1546.90						
0.400	10.26	3365.181	0.400	3423.80	3480.23	603.112	10488.112	0.400	2805.711	2804.89	1813.251	0.400	1881.87	1881.15						
0.500	12.70	11904.907	0.500	3762.68	3748.45	681.698	12649.216	0.500	2649.289	2649.29	1818.103	0.500	1949.10	2041.73						
CRR 0.1"				107.83					75.60				33.76							
CRR 0.2"				152.21					93.2				72.14							



*Eelal*  
Elbis Antonio Méndez Grandez  
Laboratista

*el*  
YVAN SEGUNDO LICERA CORREA  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. 53820

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS  
RPC 949183795 - FIJO 041-631813  
Email: ilc32@hotmail.com





**INVERSIONES LICERA**

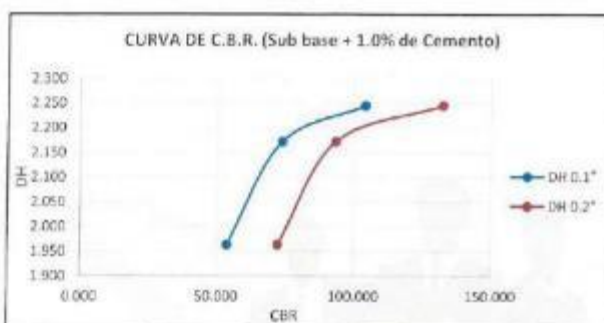
*De: Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

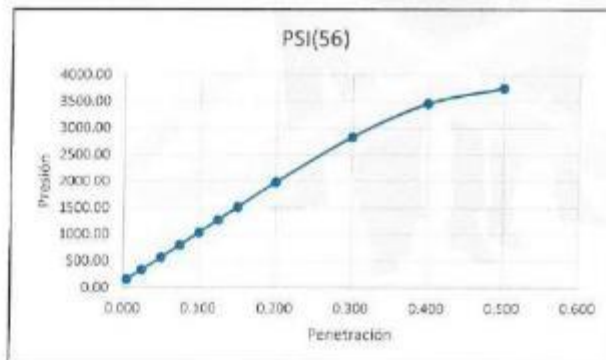
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1583			
PROYECTO	SUB BASE Y BASE TRATADA CON INCORPORACIÓN DE CEMENTO PORTLAND TIPO I, EN CARRETERA CAELIC LUYA LAMUD, CHACHAPOYAS - AMAZONAS 2018		
SOLICITA	FÉLIX JUAN VÁSQUEZ VALDERRAMA (DNI: 43520917); NILGER NICOLÁS MANRIQUE LÓPEZ (DNI: 05894910)		
UBICACIÓN	CANTERA EL DORADO	INSTITUCIÓN	ESCUELA DE PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FECHA	20/11/2018		
DATOS DE LA MUESTRA			
CANTERA	CANTERA EL DORADO	CLASF. (SUCS)	GW
MATERIAL	SUB BASE GRANULAR + 1.0% DE CEMENTO	CLASF. (AASHTO)	A-1-a (0)



RESULTADOS	M.D.S.	CBR
CBR (55%)	2.133	69%
CBR (100%)	2.200	77.49%

**CORRECCION**

EC = 56 GOLPES (27.7 kg-cm/cm<sup>2</sup>)



CORRECCIÓN 56 GOLPES	
CBR 0.1"	109.93
CBR 0.2"	132.29

*Elbis Antonio Mejéndez Grandez*  
Laboralista

*Yvan Segundo Licera Correa*  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. 53820

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS  
RPC 949183795 - FIIJO 041-631813  
Email: ilc32@hotmail.com



**INVERSIONES LICERA**

*De: Yvan Segundo Licera Correa*

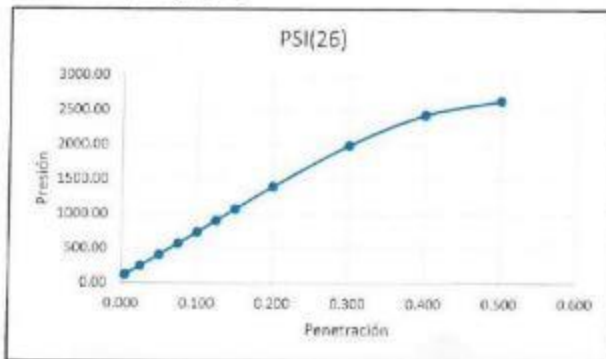
- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

**CORRECCION**

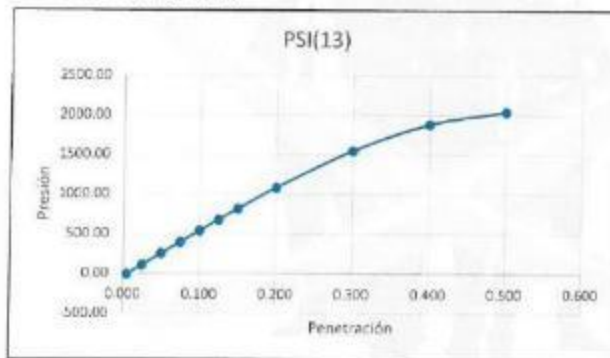
**EC = 26 GOLPES (12.2 kg-cm/cm<sup>2</sup>)**



CORRECCION 26 GOLPES	
CBR 0.1"	73.63
CBR 0.2"	93.18

**CORRECCION**

**EC = 13 GOLPES (6.1 kg-cm/cm<sup>2</sup>)**




CORRECCION 13 GOLPES	
CBR 0.1"	53.74
CBR 0.2"	72.14

*Elbis Antonio Mejéndez Grandez*  
**Elbis Antonio Mejéndez Grandez**  
 Laboratorista

*Yvan Segundo Licera Correa*  
**YVAN SEGUNDO LICERA CORREA**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. 53820

## Anexo 16: Sub base + 1.5% de cemento, ensayos Proctor modificado y CBR



**INVERSIONES LICERA**  
De: Yvan Segundo Licera Correa

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**  
**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

---

ENSAYO DE COMPACTACIÓN  
ASTM D1557

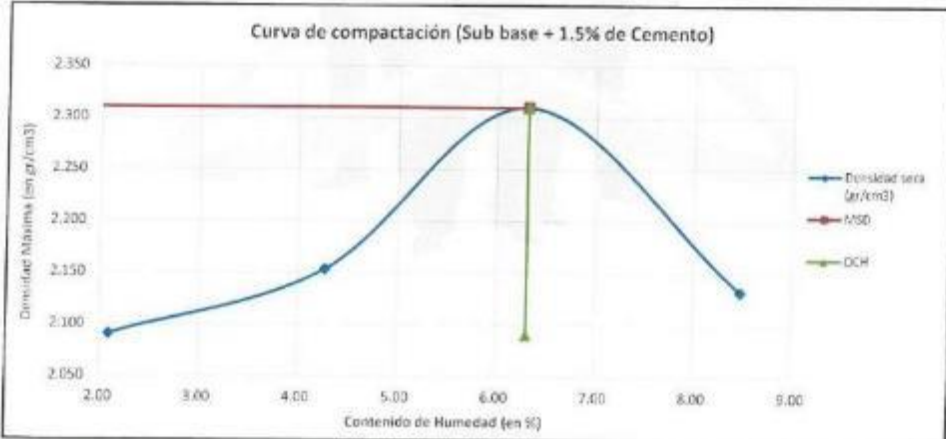
<b>PROYECTO</b>	SUB BASE Y BASE TRATADA CON INCORPORACIÓN DE CEMENTO PORTLAND TIPO I, EN CARRETERA CACLIC LUYA LAMUD, CHACHAPOYAS - AMAZONAS 2018		
<b>SOLICITA</b>	FÉLIX JUAN VÁSQUEZ VALDERRAMA (DNI: 43620917); NILGER NICOLÁS MANRIQUE LÓPEZ (DNI: 09894910)		
<b>UBICACIÓN</b>	CANTERA EL DORADO	<b>INSTITUCIÓN</b>	ESCUELA DE PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
<b>FECHA</b>	20/11/2018		

DATOS DE LA MUESTRA

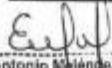
<b>CANTERA</b>	CANTERA EL DORADO	<b>CLASF. (SUCS)</b>	GW
<b>MATERIAL</b>	SUB BASE GRANULAR + 1.5% DE CEMENTO	<b>CLASF. (AASHTO)</b>	A-1-a (0)

Nro de Ensayo	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4
Peso suelo + molde	7716.00	7552.00	8400.00	8096.00
Peso molde	3174.00	3174.00	3174.00	3174.00
Peso suelo húmedo compactado	4542.00	4778.00	5226.00	4922.00
Volumen del molde	2128.00	2128.00	2128.00	2128.00
Peso volumétrico húmedo	2.13	2.25	2.46	2.31
Recipiente N°	15	10	4	5
Peso del suelo húmedo+tara	695.60	986.50	878.20	733.50
Peso del suelo seco + tara	683.10	950.80	833.20	684.80
Tara	86.70	115.00	120.10	105.50
Peso de agua	12.50	35.70	45.00	49.10
Peso del suelo seco	595.40	835.80	713.10	579.30
Peso volumétrico seco	2.091	2.153	2.310	2.132
Contenido de agua	2.10	4.27	6.31	8.48


Metodo	"C"
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	2.310
Humedad óptima (%)	6.310
Densidad seca(100%)	2.310
OCH (100%)	6.310



RESULTADOS	
OCH (100%)	6.310
Densidad seca(100%)	2.310



Elbis Antonio Méndez Grande  
Laboratorista



YVAN SEGUNDO LICERA CORREA  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. 53820

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS  
RPC 949183795 - FJJO 041-631813  
Email: llc32@hotmail.com







**INVERSIONES LICERA**

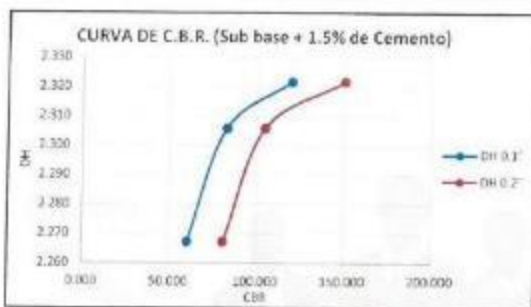
*De: Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

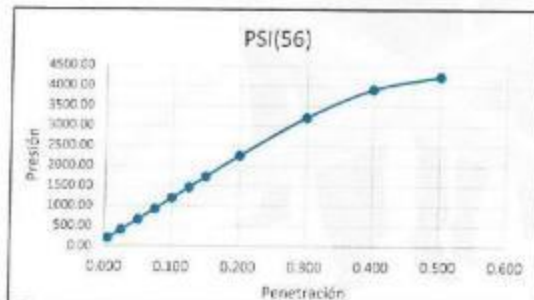
**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1883			
PROYECTO	SUB BASE Y BASE TRATADA CON INCORPORACION DE CEMENTO PORTLAND TIPO I, EN CARRETERA CAJALIC LUYA LAMUD, CHACHAPOYAS - AMAZONAS 2018		
SOLICITA	FELIX JUAN VÁSQUEZ VALDERRAMA (DNI: 43620917); NILGER NICOLÁS MANRIQUE LÓPEZ (DNI: 09894910)		
UBICACIÓN	CANTERA EL DORADO - Escuela de Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo		
FECHA	20/11/2018		
DATOS DE LA MUESTRA			
CANTERA	CANTERA EL DORADO	CLASF. (SUCS)	GW
MATERIAL	SUB BASE GRANULAR + 1.5% DE CEMENTO	CLASF. (AASHTO)	A-1-a (0)



RESULTADOS	M.D.S.	CBR
CBR (95%)	2.206	60.26%
CBR (100%)	2.275	62.54%

**CORRECCION**  
EC = 56 GOLPES (27.7 kg-cm/cm<sup>2</sup>)



CORRECCION 56 GOLPES	
CBR 0.1"	119.69
CBR 0.2"	150.43

*Elbis*  
Elbis Antonio Meléndez Grandez  
Laboratorista

*Yvan*  
YVAN SEGUNDO LICERA CORREA  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. 53827



**INVERSIONES LICERA**

*Dr. Yvan Segundo Licera Correa*

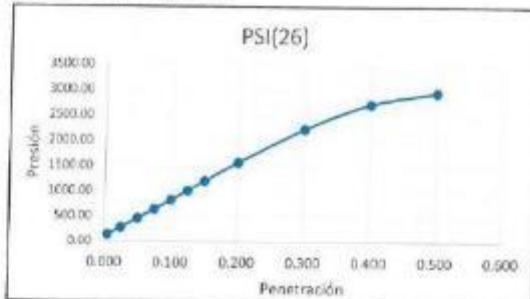
- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

**CORRECCION**

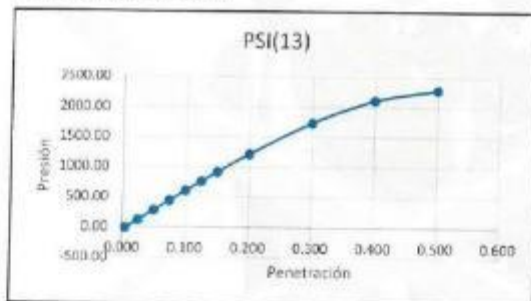
**EC = 26 GOLPES (12.2 kg-cm/cm<sup>2</sup>)**



CORRECCION 26 GOLPES	
CBR 0.1"	82.56
CBR 0.2"	104.48

**CORRECCION**

**EC = 13 GOLPES (6.1 kg-cm/cm<sup>2</sup>)**




CORRECCION 13 GOLPES	
CBR 0.1"	60.26
CBR 0.2"	80.89

*E. Elías*  
 Elías Antonio Meléndez Grandez  
 Laboratorio

*Yvan*  
 YVAN SEGUNDO LICERA CORREA  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. 53827

## Anexo 17: Base natural, ensayos Proctor modificado y CBR



**INVERSIONES LICERA**  
De: Yvan Segundo Licera Correa

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**  
**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

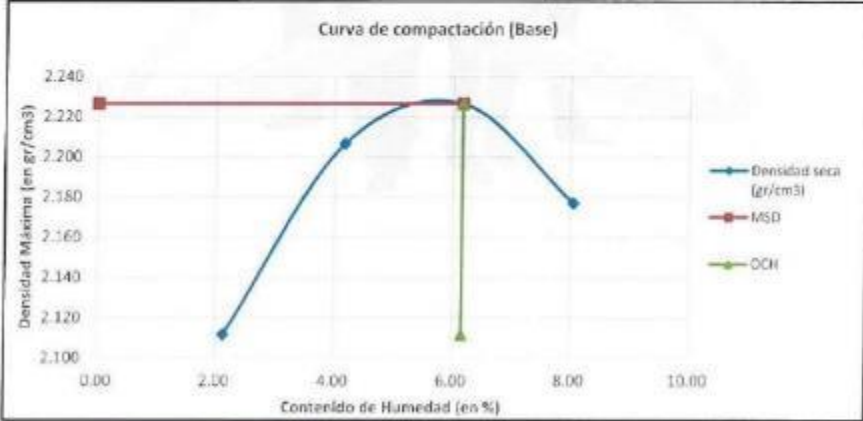
ENSAYO DE COMPACTACION					
ASTM-D1557					
PROYECTO	Sub base y base tratada con incorporación de cemento portland tipo I, en la carretera Cyclic Luya Lamud, Chachapoyas – Amazonas 2018				
SOLICITA	FÉLIX JUAN VÁSQUEZ VALDERRAMA (DNI: 43620917); NILGER NICOLÁS MANRIQUE LÓPEZ (DNI: 09894910)				
UBICACIÓN	CANTERA COCAHUAYCO				
FECHA	20/11/2018				
DATOS DE LA MUESTRA					
CANTERA	M1	CLASF. (SUCS)			GP
MATERIAL	BASE GRANULAR NATURAL	CLASF. (AASHTO)			A-1-a (1)
Nro de Ensayo	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4	
Peso suelo + molde	7764.00	8066.00	8204.00	8180.00	gr
Peso molde	3174.00	3174.00	3174.00	3174.00	gr
Peso suelo húmedo compactado	4590.00	4892.00	5030.00	5006.00	gr
Volumen del molde	2128.00	2128.00	2128.00	2128.00	cm <sup>3</sup>
Peso volumétrico húmedo	2.16	2.30	2.36	2.35	gr/cm <sup>3</sup>
Recipiente N°	16	4	26	28	
Peso del suelo húmedo+tara	1192.50	748.20	945.00	935.70	gr
Peso del suelo seco + tara	1169.30	723.00	898.00	876.00	gr
Tara	87.50	120.10	135.00	135.00	gr
Peso de agua	23.20	25.20	47.00	59.70	gr
Peso del suelo seco	1081.80	602.90	763.00	741.00	gr
Peso volumétrico seco	2.112	2.207	2.227	2.177	gr/cm <sup>3</sup>
Contenido de agua	2.14	4.18	6.16	8.06	%

Metodo	"C"
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	2.227
Humedad óptima (%)	6.160
Densidad seca(100%)	2.227
OCH (100%)	6.160


  

Curva de compactación (Base)




RESULTADOS	
OCH (100%)	6.160
Densidad seca(100%)	2.227



Elbis Antonio Rodríguez Grandez  
Laboratorista



YVAN SEGUNDO LICERA CORREA  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. 53820

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS – CHACHAPOYAS  
RPC 949183795 - FÚO 041-631813  
Email: ilc32@hotmail.com



**INVERSIONES LICERA**

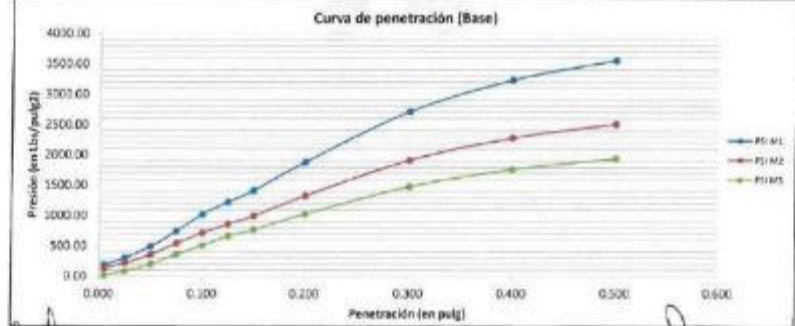
De: Yvan Segundo Licera Correa

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

RUC: 10193233711

CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568

ESTADÍSTICA DE RESPUESTA EN CALIDAD (NORMA S. 2010)													
ESTADÍSTICA													
PROYECTO	SUB BASE Y BASE TRATADA CON INCORPORACION DE CEMENTO PORTLAND TIPO I EN CARRI (TERRAZA, CALLE LLAYLLAY, CHACHAPOYAS - AMAZONAS 2718)												
REALIZADA	SR. JUAN VÁSQUEZ VALDERAMA (DNI: 49120917), INGER NICOLÁS MANRIQUE LÓPEZ (DNI: 09994910)												
UBICACIÓN	CANTERA COCAHUAYO INSTITUCIÓN: ESCUELA DE PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO												
FECHA	20/11/2018												
DATOS DE LA MUESTRA													
CLASIFICACIÓN	M1								CLASIF. (SUCS)	GP			
MUESTRA	BASE GRANULAR NATURAL							CLASIF. (AASHTO)	A-1-1 (S)				
COMPACTACIÓN													
Modo A1	2		30		8								
Capas NT	5		5		5								
Capas por capa A1	50		25		12								
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO						
Peso de molde + suelo húmedo	12874.00	12912.00	12571.00	12956.00	12476.00	12507.00							
Peso de molde (g)	8017.00	8012.00	7792.00	7792.00	7772.00	7772.00							
Peso del suelo húmedo (g)	4857.00	4900.00	4824.00	5234.00	4704.00	4735.00							
Volumen del molde (cm³)	2093.20	2093.00	2272.00	2272.00	2271.30	2271.00							
Densidad húmeda (g/cm³)	2.322	2.344	2.123	2.299	2.068	2.082							
Tasa (M)	4		3		3								
Peso suelo húmedo + tara (g)	722.20	4928.00	609.10	5208.00	795.20	4736.00							
Peso suelo seco + tara (g)	607.20	4532.64	648.20	4656.96	755.00	4464.42							
Peso de tara (g)	108.20	0.00	121.50	0.00	87.50	0.00							
Peso de agua (g)	75.10	307.24	31.90	654.62	40.50	285.28							
Peso de suelo seco (g)	534.30	4532.64	526.30	4549.28	667.50	4434.42							
Coeficiente de humedad (%)	14.1	6.8	6.0	14.6	6.0	6.4							
Densidad seca (g/cm³)	2.589	2.587	2.002	2.002	2.587	2.587							
EXPANSIÓN													
FECHA	HORA	TIPO	DM	EXPANSIÓN		DM	EXPANSIÓN		DM	EXPANSIÓN			
				mm	%		mm	%		mm	%		
10/11/2018	15:40	20 Hrs	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00		
17/11/2018	15:46	24 Hrs	0.010	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.020	0.00	0.00		
18/11/2018	15:48	48 Hrs	0.012	0.00	0.00	0.020	0.00	0.00	0.030	0.00	0.00		
20/11/2018	15:40	72 Hrs	0.038	0.00	0.00	0.020	0.00	0.00	0.040	0.00	0.00		
PENETRACIÓN													
PENETRACIÓN	ESTADO	MOLDE Nº 01				MOLDE Nº 02				MOLDE Nº 03			
		CARGA	PENETRACIÓN	PSI	DM	CARGA	PENETRACIÓN	PSI	DM	CARGA	PENETRACIÓN	PSI	DM
0.005	0.10	514.00	0.005	194.17	193.31	491.49	0.005	142.61	137.89	65.76	0.005	21.73	4.86
0.025	0.63	89.84	0.025	862.24	820.93	493.69	0.025	218.19	224.44	177.64	0.025	87.70	170.30
0.050	1.27	333.32	0.050	487.17	537.69	1114.64	0.050	316.37	385.54	454.48	0.050	258.88	227.34
0.075	1.90	248.84	0.075	743.70	798.06	1713.61	0.075	549.16	545.25	1131.60	0.075	343.52	375.53
0.100	2.54	321.03	0.100	3823.61	364.18	2191.47	0.100	715.04	697.28	1815.49	0.100	510.19	308.83
0.125	3.17	3870.24	0.125	3222.26	1238.35	2114.47	0.125	866.68	835.99	1793.47	0.125	645.62	642.64
0.150	3.81	4478.91	0.150	3434.52	1436.30	3131.21	0.150	995.83	1012.23	2498.14	0.150	776.93	778.39
0.200	5.08	1766.68	0.200	1653.55	1879.24	3794.41	0.200	1324.06	1322.42	3261.94	0.200	1025.75	1034.71
0.300	7.62	1808.75	0.300	2718.09	2645.45	6294.71	0.300	1912.08	1886.62	4883.23	0.300	1479.14	1464.94
0.400	10.16	1829.16	0.400	3237.50	3276.75	7212.07	0.400	2279.27	2365.77	5982.01	0.400	1565.09	1583.27
0.500	12.70	1192.08	0.500	3362.13	3130.62	7642.97	0.500	2826.53	2560.37	6343.14	0.500	1941.41	1993.48
CBR 0.1"				30.42		CBR 0.1"		83.73		CBR 0.1"		50.83	
CBR 0.2"				125.20		CBR 0.2"		88.24		CBR 0.2"		66.32	



*Elbis Antonio Meléndez Grande*  
Laboratorista

*YVAN SEGUNDO LICERA CORREA*  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. 52520

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS  
RPC 949183795 - FIIJO 041-631813  
Email: ilc32@hotmail.com





**INVERSIONES LICERA**

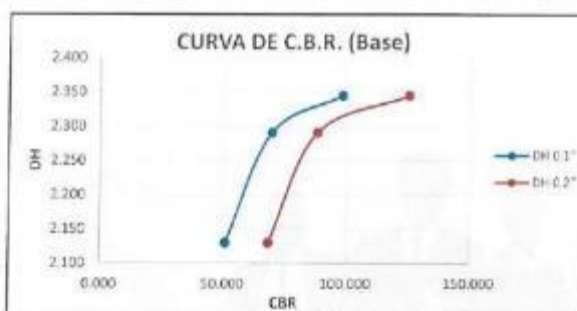
*Dr. Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

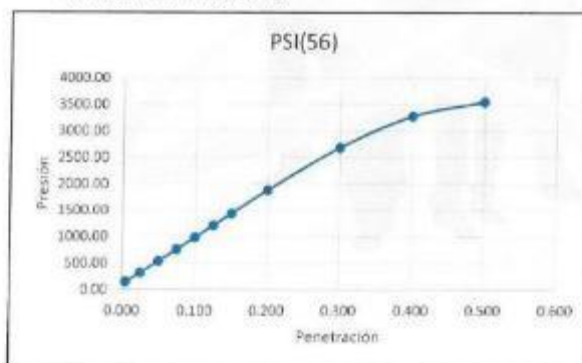
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1883			
PROYECTO	SUB BASE Y BASE TRATADA CON INCORPORACION DE CEMENTO PORTLAND TIPO I, EN CARRETERA CAELIC LUVA, LAMUD, CHACHAPOYAS - AMAZONAS 2018.		
SOLICITA	FÉLIX JUAN VÁSQUEZ VALDERRAMA (DNI: 43620917); NILCER NICOLÁS MANRIQUE LÓPEZ (DNI: 09894910)		
UBICACIÓN	CANTERA COCAHUAYCO	INSTITUCIÓN: ESCUELA DE PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
FECHA	20/11/2018		
DATOS DE LA MUESTRA			
CANTERA	CANTERA COCAHUAYCO	CLASF. (SUCS)	GP
MATERIAL	BASE GRANULAR	CLASF. (AASHTO)	A-1-a (1)



RESULTADOS	M.D.S.	CBR
CBR (95%)	2,227	60.05%
CBR (100%)	2,298	71.31%

**CORRECCION**

EC = 56 GOLPES (27.7 kg-cm/cm<sup>2</sup>)



CORRECCION 56 GOLPES	
CBR 0.1"	98.42
CBR 0.2"	125.28

*Elbis Antonio Meléndez Grandez*  
Elbis Antonio Meléndez Grandez  
Laboratorista

*Yvan Segundo Licera Correa*  
YVAN SEGUNDO LICERA CORREA  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. 53820

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS  
RPC 949183795 - FUJO 041-631813  
Email: ilc32@hotmail.com



**INVERSIONES LICERA**

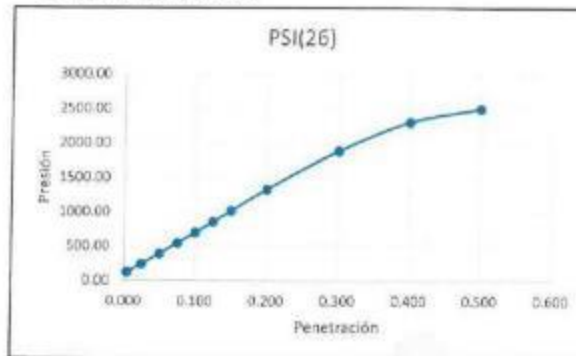
*De: Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

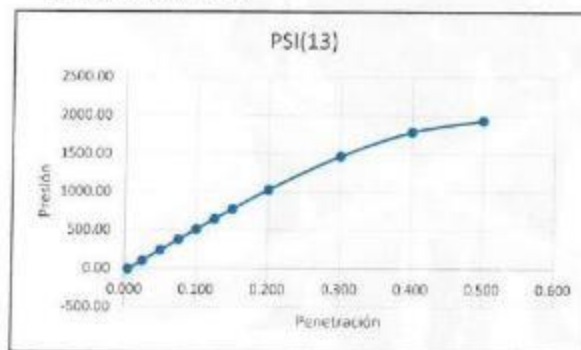
**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

**CORRECCION**  
EC = 26 GOLPES (12.2 kg-cm/cm<sup>2</sup>)



CORRECCION 26 GOLPES	
CBR 0.1"	69.73
CBR 0.2"	88.24

**CORRECCION**  
EC = 13 GOLPES (6.1 kg-cm/cm<sup>2</sup>)



CORRECCION 13 GOLPES	
CBR 0.1"	50.89
CBR 0.2"	68.32

*Elbis*  
Elbis Antonio Mejendez Grandez  
Laboratorista

*Yvan*  
YVAN SEGUNDO LICERA CORREA  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. 53820

Anexo 18: Base + 0.5% de cemento, ensayos Proctor modificado y CBR



**INVERSIONES LICERA**

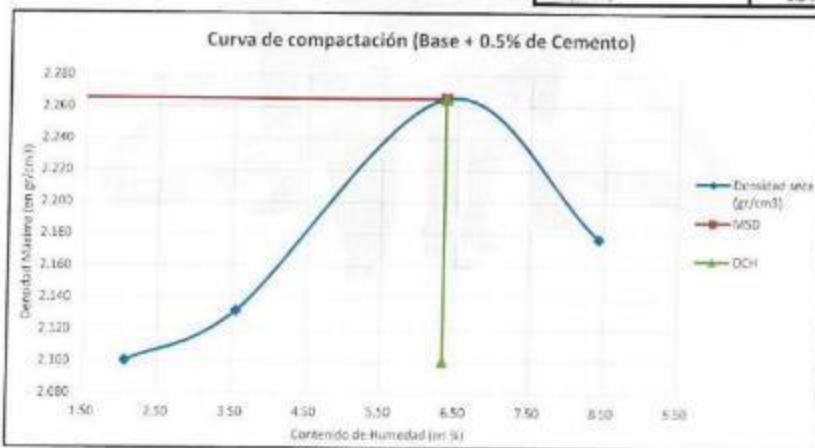
*Dr. Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

ENSAYO DE COMPACTACIÓN ASTM-D1557						
PROYECTO	SUB BASE Y BASE TRATADA CON INCORPORACIÓN DE CEMENTO PORTLAND TIPO I, EN CARRETERA CÁCLIC LUYA LAMUDI, CHACHAPOYAS – AMAZONAS 2018					
SOLICITA	FÉLIX JUAN VÁSQUEZ VALDERRAMA (DNI: 43620917); NILDER NICOLÁS MANRIQUE LÓPEZ (DNI: 09894910)					
UBICACIÓN	CANTERA CDCAHUAYCO	INSTITUCIÓN: ESCUELA DE PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNPVERSIDAD CÉSAR VALLEJO				
FECHA	04/12/2018					
DATOS DE LA MUESTRA						
CANTERA	CANTERA	CLASF. (SUCS)		GP		
MATERIAL	BASE GRANULAR + 0.5% DE CEMENTO	CLASF. (AASHTO)		A-1-a (1)		
Nro de Ensayo		Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4	
Peso suelo + molde	gr	7736.00	7872.00	8300.00	8198.00	
Peso molde	gr	3174.00	3174.00	3174.00	3174.00	
Peso suelo húmedo compactado	gr	4562.00	4698.00	5126.00	5024.00	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2128.00	2128.00	2128.00	2128.00	
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	2.14	2.21	2.41	2.36	
Recipiente N°		2	3	14	24	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	650.70	725.50	894.10	1449.20	
Peso del suelo seco + tara	gr	639.40	704.00	847.00	1348.00	
Tara	gr	91.90	99.30	104.50	148.50	
Peso de agua	gr	11.30	21.50	47.10	101.20	
Peso del suelo seco	gr	547.50	604.70	742.50	1199.50	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.100	2.132	2.265	2.177	
Contenido de agua	%	2.06	3.56	6.34	8.44	
Metodo						"C"
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						2.265
Humedad óptima (%)						6.343
Densidad seca(100%)						2.265
DCH (100%)						6.343



RESULTADOS	
OCH (100%)	6.343
Densidad seca (100%)	2.265

*Elbis Antonio Meléndez Grandez*  
Laboratorista

*Yvan Segundo Licera Correa*  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. 53920



**INVERSIONES LICERA**

De: *Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

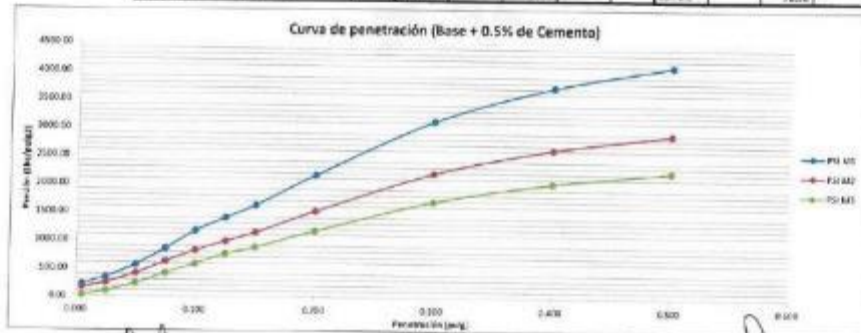
**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

INFORME DE RESULTADOS DE CÁLCULO (C.C.B.)						
ESTADO 1889						
PROYECTO	SUS BASE Y BASE 14x14x4 CON INCORPORACIÓN DE CEMENTO PORTLAND TIPO I EN CAPAS DE 2 CM. C/CEJA ULTRA LAMINADA, CHACHAPOYAS - AMAZONAS 2010					
SOLICITA	FELIX AYVA VÁSQUEZ VALDERAMA (DN: 43620917), WEBER NICOLÁS MARRUGUÉ LÓPEZ (DN: 088610)					
UBICACIÓN	CANTERA COCAHUAYCO INSTITUCIÓN ESCUELA DE PROFESIONALES DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO					
FECHA	23/3/2018					
DATOS DE LA MUESTRA						
CANTERA	CANTERA		CLAS. (BICI)	GP		
MUESTRA	BASE GRANULAR + 0.5% DE CEMENTO		CLAS. (ASTM)	8-1-a (1)		
COMPRESIÓN						
Módulo N°	5		3		7	
Capas N°	5		5		5	
Indice por capa N°	50		25		13	
Criterio de la muestra						
	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO	
Peso de molde + agua húmeda (g)	17746.00	17788.00	17663.00	17750.00	17586.00	17678.00
Peso de molde (g)	7800.00	7900.00	7936.00	7936.00	7944.00	7860.00
Peso del molde + agua (g)	4046.00	4888.00	4755.00	4840.00	4622.00	4674.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2118.00	2128.00	2152.00	2152.00	2116.00	2118.00
Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	2.279	2.299	2.230	2.270	2.182	2.207
Tara (g)	2		5		21	
Peso de molde + tara (g)	645.60	4500.00	709.90	4840.00	1093.60	4574.20
Peso cubete + tara (g)	154.00	4579.26	679.40	4528.47	971.60	4576.78
Peso de agua (g)	91.60	0.00	168.50	0.00	170.20	6.00
Peso de molde seco (g)	31.60	308.92	20.60	370.53	44.80	397.77
Peso de molde seco (g)	94.10	4579.68	574.40	4528.47	801.40	4378.78
Control de humedad (%)	5.83	6.75	4.88	0.86	5.80	6.79
Densidad real (g/cm <sup>3</sup> )	2.584	2.584	2.535	2.525	2.066	2.066

EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIA	EXPANSIÓN		DIA		EXPANSIÓN			
				mm	%	mm	%	mm	%		
16/11/2018	15:46	00 Pms	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00
17/11/2018	15:46	24 Pms	0.0130	0.000	0.00	0.0180	0.000	0.00	0.0200	0.000	0.00
18/11/2018	15:49	48 Pms	0.0513	0.000	0.00	0.0240	0.000	0.00	0.0310	0.000	0.00
19/11/2018	15:43	72 Pms	0.0581	0.000	0.00	0.0250	0.000	0.00	0.0410	0.000	0.00

PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN	CARGA (TRONCO)	CARGA (LIB)	MOLDE N° 01				MOLDE N° 02				MOLDE N° 03			
			LIB	PENETRACIÓN	PSIGS	GR	LIB	PENETRACIÓN	PSIGS	GR	LIB	PENETRACIÓN	PSIGS	GR
0.005	0.33	757.940	0.005	221.50	175.14	139.430	0.005	164.035	134.53	71.426	0.005	21.88	-30.31	
0.025	0.63	2995.975	0.025	345.63	349.29	784.331	0.025	250.852	265.63	101.336	0.025	359.85	335.25	
0.050	1.27	5791.860	0.050	565.63	618.35	1304.846	0.050	412.339	442.39	152.696	0.050	277.89	272.71	
0.075	1.90	8718.894	0.075	835.26	873.27	1877.965	0.075	625.844	622.25	1773.684	0.075	418.04	426.83	
0.100	2.54	12118.477	0.100	1175.70	1171.81	2513.58	0.100	877.749	882.87	2173.781	0.100	586.72	589.27	
0.125	3.17	16037.664	0.125	1495.60	1382.91	3171.370	0.125	1094.378	1092.87	2603.099	0.125	785.87	888.40	
0.150	3.81	20193.198	0.150	1828.70	1652.53	3870.249	0.150	1343.475	1340.33	3013.784	0.150	1007.47	1128.44	
0.200	5.08	28025.644	0.200	2468.06	2181.82	4818.643	0.200	1828.87	1827.16	3803.099	0.200	1370.61	1684.88	
0.300	7.62	39502.260	0.300	3424.50	3383.87	6762.929	0.300	2590.815	2589.65	5248.862	0.300	1701.51	2056.75	
0.400	10.16	51708.840	0.400	4728.11	4768.24	8769.431	0.400	3521.164	3515.84	6918.801	0.400	2317.55	2656.75	
0.500	12.70	64946.610	0.500	6097.67	6083.21	1134.447	0.500	4684.818	4675.43	9085.750	0.500	2713.55	3239.40	
CR 0.1"				113.18			CR 0.1"	80.19			CR 0.1"	58.55		
CR 0.2"				144.97			CR 0.2"	103.0			CR 0.2"	78.26		



*Elbis Antonio Meléndez Grandez*  
**Elbis Antonio Meléndez Grandez**  
 Laboratorio

*Yvan Segundo Licera Correa*  
**YVAN SEGUNDO LICERA CORREA**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP 53820





**INVERSIONES LICERA**

*De: Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

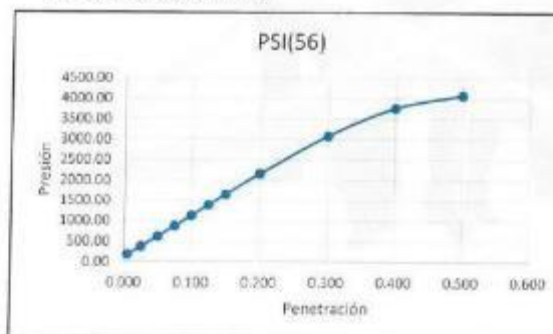
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1883		
PROYECTO	SUB BASE Y BASE TRATADA CON INCORPORACIÓN DE CEMENTO PORTLAND TIPO I, EN CARRETERA CÁCLIC LUYA LAMUD, CHACHAPOYAS – AMAZONAS 2018.	
SOLICITA	FÉLIX JUAN VÁSQUEZ VALDEIRAMA (DNI: 43620917); NILGER NICOLÁS MANRIQUE LÓPEZ (DNI: 09894910)	
UBICACIÓN	CANTERA COCAHUAYCO	INSTITUCIÓN ESCUELA DE PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FECHA	20/11/2018	
DATOS DE LA MUESTRA		
CANTERA	CANTERA COCAHUAYCO	CLASF. (SUCS)
MATERIAL	BASE GRANULAR	CLASF.(AASHTO)



RESULTADOS	M.D.S.	CBR
CBR (95%)	2.184	58.53%
CBR (100%)	2.253	73.56%

**CORRECCION**

EC = 56 GOLPES (27.7 kg-cm/cm<sup>2</sup>)



CORRECCIÓN 56 GOLPES	
CBR 0.1"	113.18
CBR 0.2"	144.07

  
Elbis Antonio Méndez Grandez  
Laboratorista

  
YVAN SEGUNDO LICERA CORREA  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. 53820

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS – CHACHAPOYAS  
RPC 949183795 - FIJO 041-631813  
Email: ilc32@hotmail.com



**INVERSIONES LICERA**

*De: Yvan Segundo Licera Correa*

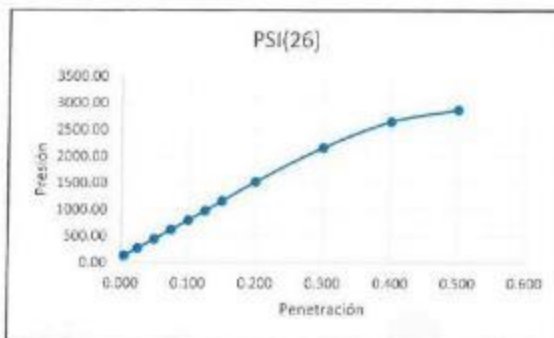
- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

CORRECCION

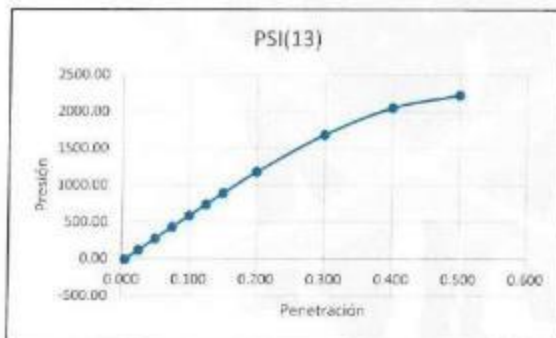
EC = 26 GOLPES (12.2 kg-cm/cm<sup>2</sup>)



CORRECCION 26 GOLPES	
CBR 0.1*	80.19
CBR 0.2*	101.48

CORRECCION

EC = 13 GOLPES (6.1 kg-cm/cm<sup>2</sup>)




CORRECCION 13 GOLPES	
CBR 0.1*	58.53
CBR 0.2*	78.56

*Elbis Antonio Meléndez Grandez*  
 Elbis Antonio Meléndez Grandez  
 Laboratorista

*Yvan Segundo Licera Correa*  
 YVAN SEGUNDO LICERA CORREA  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIF. 53829

## Anexo 19: Base + 1.0% de cemento, ensayos Proctor modificado y CBR



**INVERSIONES LICERA**  
*De: Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**  
**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

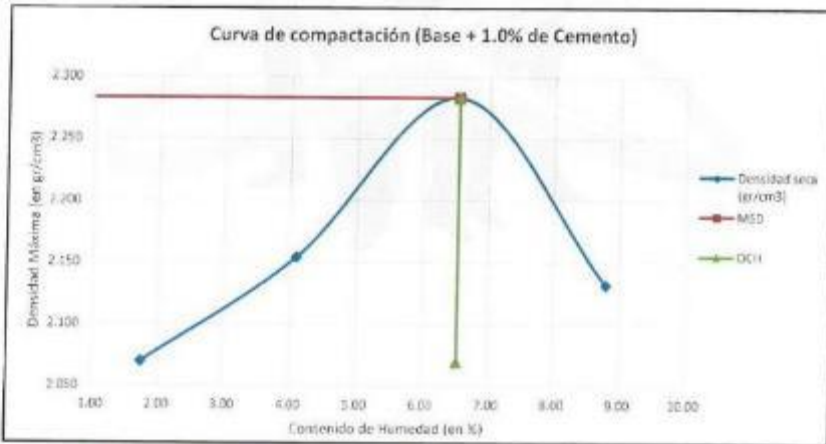
ENSAYO DE COMPACTACIÓN					
ASTM-D1557					
PROYECTO	SUB BASE Y BASE TRATADA CON INCORPORACIÓN DE CEMENTO PORTLAND TIPO I, EN CARRETERA CACLIC LUJA LAMUD, CHACHAPOYAS – AMAZONAS 2018				
SOLICITA	FÉLIX JUAN VÁSQUEZ VALDERRAMA (DNI: 43620917); NILGER NICOLÁS MANRIQUE LÓPEZ (DNI: 05894910)				
UBICACIÓN	CANTERA COCAHUAYCO	INSTITUCIÓN: ESCUELA DE PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO			
FECHA	20/11/2018				
DATOS DE LA MUESTRA					
CANTERA	M1	CLASF. (SUCS)			GP
MATERIAL	BASE GRANULAR + 1.0% DE CEMENTO	CLASF. (AASHTO)			A-1-a (1)
Nro de Ensayo	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4	
Peso suelo + molde	gf	7556.00	7946.00	8350.00	8110.00
Peso molde	gf	3174.00	3174.00	3174.00	3174.00
Peso suelo húmedo compactado	gf	4482.00	4772.00	5176.00	4936.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2128.00	2128.00	2128.00	2128.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	2.11	2.24	2.43	2.32
Recipiente N°		15	5	21	2
Peso del suelo húmedo+tara	gf	802.30	960.70	1433.50	536.40
Peso del suelo seco + tara	gf	790.00	927.00	1356.00	870.00
Tara	gf	86.70	105.50	170.20	115.40
Peso de agua	gf	12.30	33.70	77.50	66.40
Peso del suelo seco	gf	703.30	821.50	1185.80	754.60
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.070	2.154	2.283	2.132
Contenido de agua	%	1.75	4.10	6.54	8.80

Metodo	"C"
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	2.283
Humedad óptima (%)	6.536
Densidad seca(100%)	2.283
OCH (100%)	6.536

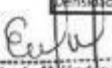
  

**Curva de compactación (Base + 1.0% de Cemento)**




RESULTADOS	
OCH (100%)	6.536
Densidad seca(100%)	2.283



Elbis Antonio Meléndez Grandez  
Laboratorista



YVAN SEGUNDO LICERA CORREA  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. 53820

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS – CHACHAPOYAS  
RPC 949183795 - FIJO 041-631813  
Email: lic32@hotmail.com



**INVERSIONES LICERA**

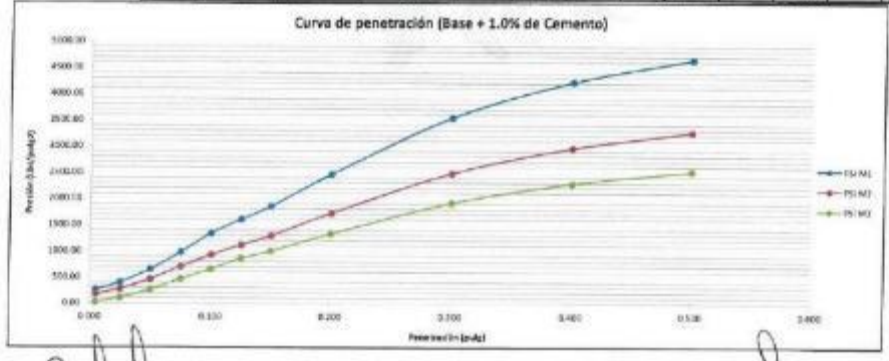
Dr. Yvan Segundo Licera Correa

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

RELACION DE RESULTADOS CALIFORNIA (M.F.)																
ASUMPTOS																
PROYECTO	SUS BASE Y BAST. TRATADA CON INCORPORACION DE CEMENTO PORTLAND TPO.1 EN CARRETERA CALICU LITA, LAMUD, CHACHAPOYAS - AMAZONAS 2008															
SOLICITA	FEIK RIAN VASQUEZ VALDERREMA (DN: 48620917) - ALVAR NICOLÁS MARRUGAL LÓPEZ (DN: 80094218)															
UBICACION	CANTERA OCCARUPICO															
FECHA	20/11/2018	INSTITUCION: ESCUELA DE PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO														
DATOS DE LA MUESTRA																
CALCATA	M1	CLASIF. (RUC)							QP							
MUESTRA	BASE GRANULAR + 1.0% DE CEMENTO	CLASIF. (ABRITC)							A-1 + (1)							
LUMPACTACION																
Módulo M <sup>3</sup>	12	11				9										
Capas M <sup>2</sup>	5	5				5										
Gravim por capa M <sup>3</sup>	50	25				12										
CONDICION DE LA MUESTRA																
		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso de molde + sus accesorios (g)		13596.00	12701.00	12623.00	12775.00	11891.00	12775.00	11891.00	13844.33							
Peso de molde (g)		7776.00	7776.00	7673.00	7676.00	7112.00	7112.00	7112.00	7112.00							
Peso del suelo húmedo (g)		4813.00	4925.00	4949.00	5099.00	4679.00	4687.00	4767.00	4732.00							
Volúmen del molde (cm <sup>3</sup> )		2334.00	2115.00	2278.00	2278.00	2278.00	2284.00	2284.00	2284.00							
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )		2.067	2.335	2.173	2.238	2.048	2.048	2.084	2.069							
Humid. (w)		0	0	0	0	0	0	0	0							
Peso suelo húmedo + tara (g)		700.20	4616.00	743.80	5099.00	947.80	947.80	4732.00	4732.00							
Peso suelo seco + tara (g)		682.60	4618.46	719.30	4160.71	884.80	884.80	4524.00	4524.00							
Peso de tara (g)		86.70	0.00	315.00	0.00	87.30	0.00	0.00	0.00							
Peso de agua (g)		37.60	309.54	36.30	438.29	48.00	48.00	307.98	307.98							
Peso de agua seco (g)		175.90	4519.45	586.70	4665.71	807.50	807.50	4424.00	4424.00							
Coeficiente de humedad (%)		6.58	6.70	6.07	9.29	5.94	5.94	6.98	6.98							
Humedad seca (g/cm <sup>3</sup> )		2.389	2.183	2.048	2.048	1.909	1.909	1.929	1.929							
EXPANSION																
FECHA	HORA	TIEMPO	DM	EXPANSION		DM		EXPANSION								
				mm	%	mm	%	mm	%							
16/11/2018	15:00	30 Hrs.	0.0600	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.0000	0.000							
17/11/2018	15:00	24 Hrs.	0.0210	0.000	0.00	0.0180	0.000	0.0280	0.000							
18/11/2018	15:40	48 Hrs.	0.0152	0.000	0.00	0.0240	0.000	0.0410	0.000							
17/11/2018	15:40	72 Hrs.	0.0181	0.000	0.00	0.0250	0.000	0.0420	0.000							
PENETRACION																
PENETRACION	CARGA ESTAND.	W	PATRON	MOLDE N° 01				MOLDE N° 02				MOLDE N° 03				
				CARGA	PENETRACION	COEFICIENTE	CR	CARGA	PENETRACION	COEFICIENTE	CR	CARGA	PENETRACION	COEFICIENTE	CR	
0.500	0.14			874.288	0.008	248.27	213.79	577.145	0.075	195.431	152.33	43.980	0.603	27.90	11.80	
0.638	0.63			1205.995	0.025	460.40	433.09	487.908	0.079	281.5754	304.80	36.488	0.625	114.91	136.38	
0.650	2.27			2079.694	0.060	655.54	714.79	3475.088	0.074	685.8049	349.21	80.1771	0.070	368.40	268.18	
0.675	1.90			3313.094	0.075	882.80	1002.80	3285.888	0.075	708.1198	782.37	349.038	0.075	472.27	485.46	
0.100	2.54	1000		4293.072	0.090	1362.98	1295.22	1295.22	0.400	528.5054	966.44	90.6	2139.699	0.100	683.25	644.81
0.225	2.17			5385.184	0.120	1604.75	1585.25	494.071	0.125	1118.648	1312.61	2139.699	0.120	865.31	831.47	
0.350	3.82			5872.983	0.150	1854.67	1882.72	499.024	0.150	1294.34	1417.34	3176.870	0.150	1001.47	9805.41	
0.390	5.00	1500		5883.190	0.200	2444.40	2458.68	163.91	0.300	1723.870	1720.71	114.7	4191.870	0.200	2388.48	1332.15
0.800	7.62			10130.027	0.300	3546.20	3501.68	7171.107	0.300	2485.843	2532.46	6688.198	0.300	3522.88	1904.47	
0.400	10.16			10378.517	0.400	4224.54	4226.54	5187.124	0.400	2963.652	2992.50	1592.417	0.400	2391.02	2318.25	
0.500	12.70			10718.888	0.500	4847.88	4831.59	3025.893	0.500	3262.089	3230.49	7982.617	0.500	2822.57	2613.60	
				CR 0.1"		128.32		CR 0.1"		85.65		CR 0.2"		58.31		
				CR 0.1"		169.81		CR 0.2"		114.7		CR 0.2"		82.81		



*Eulal*  
**Elbio Antonio Meléndez Grande**  
 Laboratorio

*YLC*  
**YVAN SEGUNDO LICERA CORREA**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. 53820





**INVERSIONES LICERA**

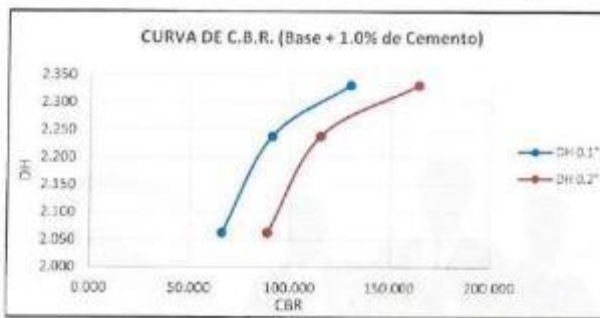
*De: Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

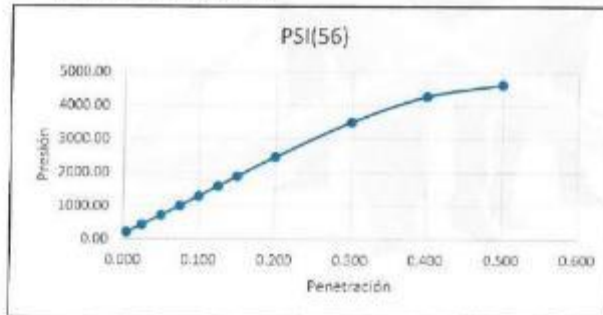
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1883			
PROYECTO	SUB BASE Y BASE TRATADA CON INCORPORACION DE CEMENTO PORTLAND TIPO I EN CARRETERA CÁCLIC LUYA LAMUD, CHACHAPOYAS - AMAZONAS 2018		
SOLICITA	FÉLIX JUAN VÁSQUEZ VALDERRAMA (DNI: 43620517); NILGER NICOLÁS MANRIQUE LÓPEZ (DNI: 09894910)		
UBICACIÓN	CANTERA COCAHUAYCO	INSTITUCIÓN:	ESCUELA DE PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FECHA	20/11/2018		
DATOS DE LA MUESTRA			
CANTERA	CANTERA COCAHUAYCO	CLASF. (SUCS)	GP
MATERIAL	BASE GRANULAR + 1.0% DE CEMENTO	CLASF. (AASHTO)	A-1-a (1)



RESULTADOS	M.D.S.	CBR
CBR (95%)	2.215	86.43%
CBR (100%)	2.285	100.83%

**CORRECCION**

EC = 56 GOLPES (27.7 kg-cm<sup>2</sup>)



CORRECCION 56 GOLPES	
CBR 0.1"	129.52
CBR 0.2"	163.91

*E. Elbis*  
Elbis Antonio Melendez Grandez  
Laboratorista

*Yvan*  
YVAN SEGUNDO LICERA CORREA  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. 53820

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS  
RPC 949183795 - FIJO 041-631813  
Email: ilc32@hotmail.com



**INVERSIONES LICERA**

*Dr. Yvan Segundo Licera Correa*

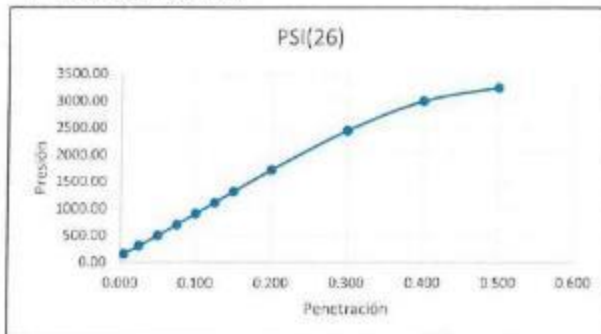
- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

**CORRECCION**

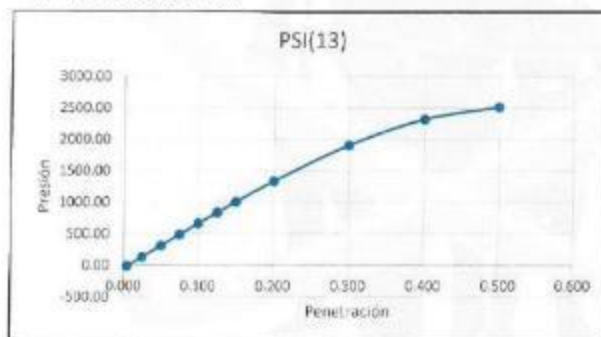
EC = 26 GOLPES (12.2 kg-cm/cm<sup>2</sup>)



CORRECCIÓN 26 GOLPES	
CBR 0.1"	90.65
CBR 0.2"	114.71

**CORRECCION**

EC = 13 GOLPES (6.1 kg-cm/cm<sup>2</sup>)




CORRECCIÓN 13 GOLPES	
CBR 0.1"	66.16
CBR 0.2"	88.81

*Elbis*  
**Elbis Antonio Meléndez Grandez**  
 Laboratorio

*Yvan*  
**YVAN SEGUNDO LICERA CORREA**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. 53820

## Anexo 20: Base + 1.5% de cemento, ensayos Proctor modificado y CBR



**INVERSIONES LICERA**  
De: Yvan Segundo Licera Correa

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**  
**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

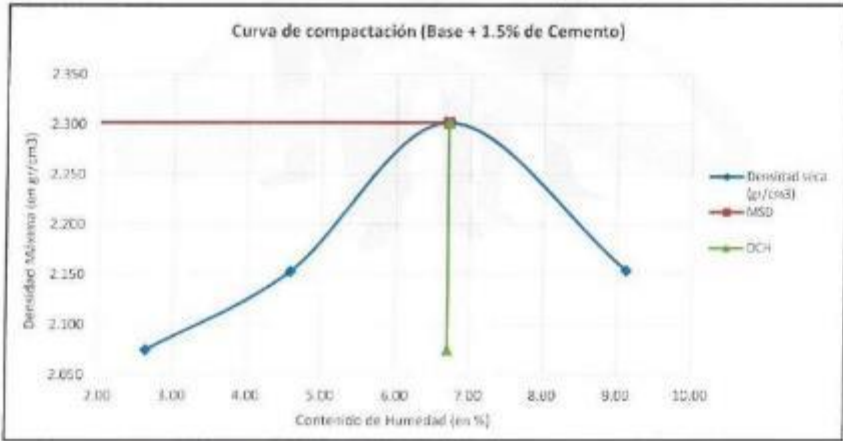
ENSAJO DE COMPACTACION					
ASTM-D1557					
PROYECTO	SUB BASE Y BASE TRATADA CON INCORPORACIÓN DE CEMENTO PORTLAND TIPO I, EN CARRETERA CÁCLIC LUYA LAMUD, CHACHAPOYAS – AMAZONAS 2018				
SOLICITA	FÉLIX JUAN VÁSQUEZ VALDERRAMA (DNI: 43620917); NILGER NICOLÁS MANRIQUE LÓPEZ (DNI: 09894910)				
UBICACIÓN	CANTERA COCAHUAYCO	INSTITUCIÓN: ESCUELA DE PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO			
FECHA	25/11/2018				
DATOS DE LA MUESTRA					
CANTERA	CANTERA	CLASF. (SUCS)		GP	
MATERIAL	BASE GRANULAR + 1.5% DE CEMENTO	CLASF. (AASHTO)		A-1-a (1)	
Nro de Ensayo	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4	
Peso suelo + molde	gr	7706.00	7966.00	8400.00	8176.00
Peso molde	gr	3174.00	3174.00	3174.00	3174.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4532.00	4792.00	5226.00	5002.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2128.00	2128.00	2128.00	2128.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	2.13	2.25	2.46	2.35
Recipiente N°		4	1	19	2
Peso del suelo húmedo+tara	gr	818.40	841.60	748.70	949.70
Peso del suelo seco + tara	gr	800.00	810.00	707.00	878.00
Tara	gr	103.10	121.10	85.30	91.90
Peso de agua	gr	18.40	31.60	41.70	71.70
Peso del suelo seco	gr	696.90	688.90	621.70	786.10
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.075	2.153	2.301	2.154
Contenido de agua	%	2.64	4.59	6.71	9.12

Metodo	cm
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	2.301
Humedad óptima (%)	6.707
Densidad seca(100%)	2.301
OCH (100%)	6.707


  

Curva de compactación (Base + 1.5% de Cemento)




RESULTADOS	
OCH (100%)	6.707
Densidad seca(100%)	2.301



Elbis Antonio Rodríguez Grandez  
Laboratorio



YVAN SEGUNDO LICERA CORREA  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. 53820

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS  
RPC 949183795 - FJIO 041-631813  
Email: lic32@hotmail.com



**INVERSIONES LICERA**

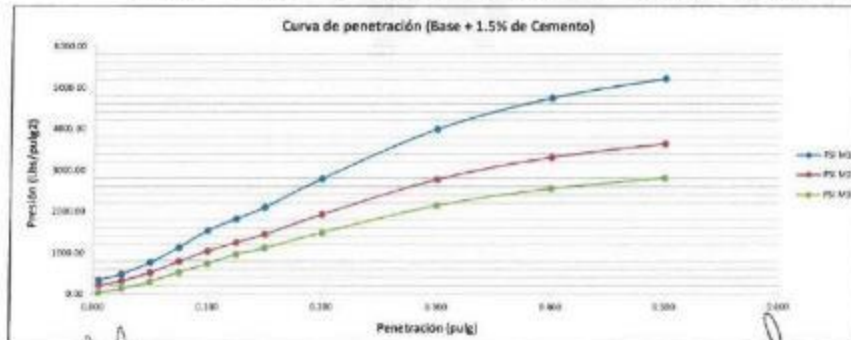
De: *Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

RELACIONES SOPORTE/COMPACTACION													
ESTIMACIÓN													
PROYECTO	SUB BASE Y BASE TRATADA CON INCORPORACIÓN DE CEMENTO PORTLAND TIPO I EN CARRETERA CÁLCULU LA LAGUNA, CHACHAPOYAS - AMAZONAS 2018												
SOLICITA	FELIX ALAN VÁSQUEZ VALDERRAMA (DNI: 83629917), INDIET MICHAEL MAYER OLIVERA (DNI: 09654810)												
UBICACIÓN	CANTON: CODOCAYUCCO INSTITUCIÓN: ESCUELA DE PROFESIONALES DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO												
FECHA	20/11/2018												
DATOS DE LA MUESTRA													
CALICATA	CANTERA						CLAS. (SUCI)			SF			
MUESTRA	BASE CIBANLAR + 1.5% DE CEMENTO						CLAS. (AASFTO)			A-3 e-1)			
COMPACTACION													
Módulo N°	4			2			3						
Capas N°	5			5			5						
Golpes por capa N°	54			25			12						
Coeficiente de la muestra	NO SATURADO			SATURADO			NO SATURADO			SATURADO			
Peso de molde + Suelo húmedo	12370.00	14950.00	12244.00	12964.00	12051.00	12000.00	12000.00	12000.00	12000.00	12000.00	12000.00		
Peso de molde (g)	8080.00	8080.00	8012.00	8012.00	8012.00	8012.00	8012.00	8012.00	8012.00	8012.00	8012.00		
Peso del suelo húmedo (g)	4290.00	6870.00	4232.00	4952.00	3989.00	3988.00	3988.00	3988.00	3988.00	3988.00	3988.00		
Volumen del molde (cm³)	2314.00	2314.00	2090.00	2090.00	2090.00	2090.00	2090.00	2090.00	2090.00	2090.00	2090.00		
Densidad húmeda (g/cm³)	1.853	2.973	2.025	2.371	1.908	1.908	1.908	1.908	1.908	1.908	1.908		
Tara (kg)	17	17	23	23	6	6	6	6	6	6	6		
Peso suelo húmedo + tara (g)	12387.00	14967.00	12267.00	12986.00	12057.00	12006.00	12006.00	12006.00	12006.00	12006.00	12006.00		
Peso suelo seco + tara (g)	1050.00	4802.51	354.20	3904.64	371.40	371.40	371.40	371.40	371.40	371.40	371.40		
Peso de tara (g)	80.00	0.00	146.40	0.00	133.70	0.00	133.70	0.00	133.70	0.00	133.70		
Peso de agua (g)	11.00	387.81	12.80	407.31	17.10	17.10	17.10	17.10	17.10	17.10	17.10		
Peso de suelo seco (g)	4279.00	4514.71	207.80	4984.64	354.30	354.30	354.30	354.30	354.30	354.30	354.30		
Contenido de humedad (%)	0.71	8.46	6.21	16.50	6.66	6.66	6.66	6.66	6.66	6.66	6.66		
Densidad seca (g/cm³)	2.166	2.166	1.907	2.367	1.907	1.907	1.907	1.907	1.907	1.907	1.907		
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DRI	EXPANSION		DRI	EXPANSION		DRI	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
16/11/2018	15:40	00 Min	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00	0.0000	0.000	0.00		
17/11/2018	10:00	24 Min	0.0130	0.000	0.00	0.0180	0.000	0.00	0.0180	0.000	0.00		
18/11/2018	18:10	48 Min	0.0152	0.000	0.00	0.0240	0.000	0.00	0.0240	0.000	0.00		
19/11/2018	15:40	72 Min	0.0281	0.000	0.00	0.0291	0.000	0.00	0.0420	0.000	0.00		
PENETRACION													
PENETRACION	CARGA	MÓDULO N° 03				MÓDULO N° 02				MÓDULO N° 01			
		ESTADO	CARGA	PROFUNDIDAD	CORRECCION	CARGA	PROFUNDIDAD	CORRECCION	CARGA	PROFUNDIDAD	CORRECCION	CARGA	
Profundidad	mm	mm	kg	mm	mm	kg	mm	mm	kg	mm	mm	kg	mm
0.005	0.13	1003.49	0.005	352.71	373.17	454.496	0.005	206.8275	185.89	97.254	0.005	30.11	13.00
0.015	0.43	1629.072	0.015	487.86	528.94	1903.024	0.015	318.2998	229.97	455.642	0.015	227.29	245.44
0.050	1.37	2471.438	0.050	764.79	831.79	1641.291	0.050	519.8137	359.08	740.938	0.050	299.60	343.80
0.075	2.80	3576.523	0.075	1129.50	1153.84	2493.430	0.075	781.9913	593.96	1030.990	0.075	523.10	545.70
0.100	2.54	4804.807	0.100	1516.79	1480.35	3341.770	0.100	1048.7314	803.06	1312.419	0.100	719.76	737.90
0.125	3.17	5746.700	0.125	1823.64	1808.64	4996.770	0.125	1347.723	1046.32	1526.820	0.125	965.35	993.50
0.150	3.81	6966.421	0.150	2102.24	2126.14	6772.270	0.150	1643.950	1268.30	1736.261	0.150	1116.07	1123.41
0.200	5.08	10000.000	0.200	2709.57	2776.52	11513.33	0.200	2823.780	1988.35	2506.090	0.200	1487.54	1485.80
0.300	7.62	14634.254	0.300	3559.49	3540.79	17719.340	0.300	3772.671	2735.65	3790.000	0.300	2044.75	2124.16
0.400	10.16	19608.981	0.400	4345.53	4602.59	24864.730	0.400	4304.946	3343.87	4034.811	0.400	2556.40	2525.74
0.500	12.70	24821.438	0.500	5127.70	5158.36	33817.040	0.500	4687.374	3826.64	4968.042	0.500	3013.83	3003.82
				1480.64				350.11				79.79	
				180.23				228.0				99.06	



*Elbis Antonio Meléndez Grandez*  
Laboratista

*Yvan Segundo Licera Correa*  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. 53920





**INVERSIONES LICERA**

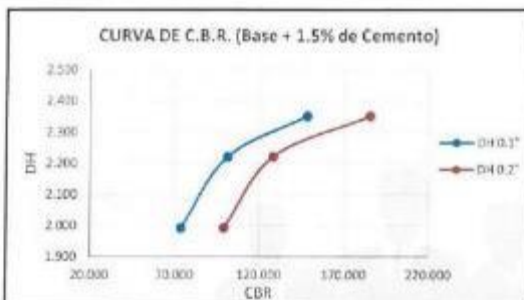
*De: Yvan Segundo Licera Correa*

- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

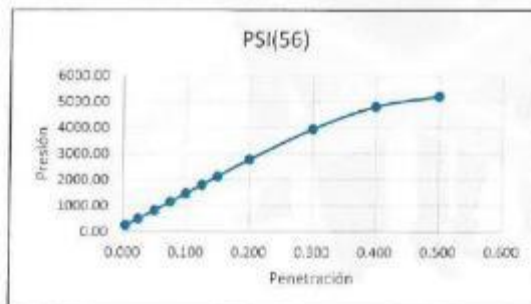
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D 1883			
PROYECTO	SUB BASE Y BASE TRATADA CON INCORPORACION DE CEMENTO PORTLAND TIPO I, EN CARRITERA CACLIC LUYA LAMUD, CHACHAPOYAS – AMAZONAS 2018		
SOLICITA	FÉLIX JUAN VÁSQUEZ VALDERRAMA (DNI: 43620917); NILGER NICOLÁS MANRIQUE LÓPEZ (DNI: 09894910)		
UBICACIÓN	CANTERA COCAHUAYCO INSTITUCIÓN: ESCUELA DE PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
FECHA	20/11/2018		
DATOS DE LA MUESTRA			
CANTERA	CANTERA COCAHUAYCO	CLASF. (SUCS)	GP
MATERIAL	BASE GRANULAR + 1.5% DE CEMENTO	CLASF. (AASHTO)	A-1-a (1)



RESULTADOS	M.O.S.	CBR
CBR (95%)	2.233	103.05%
CBR (100%)	2.304	116.43%

**CORRECCION**

EC = 56 GOLPES (27.7 kg-cm/cm<sup>2</sup>)



CORRECCION 56 GOLPES	
CBR 0.1"	148.04
CBR 0.2"	185.23

*Ealal*  
Elbis Antonio Méndez Grandez  
Laboralista

*[Firma]*  
YVAN SEGUNDO LICERA CORREA  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. 53820

JR. TRES ESQUINAS NRO. 512 URB. LA LAGUNA - AMAZONAS - CHACHAPOYAS - CHACHAPOYAS  
RPC 949183795 - FUJO 041-631813  
Email: ilc32@hotmail.com



**INVERSIONES LICERA**

*Dr. Yvan Segundo Licera Correa*

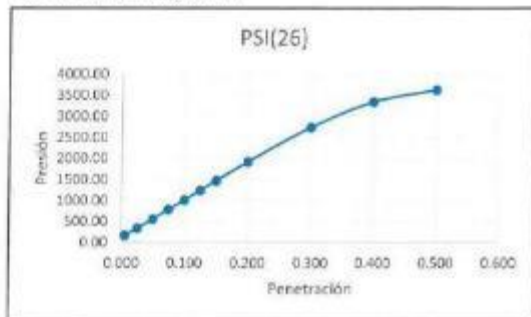
- Consultoría en Obras Civiles
- Laboratorio de Suelos y Concreto
- Ingeniería y Arquitectura

**RUC: 10193233711**

**CONSULTOR DE OBRAS - REG. N° C48568**

**CORRECCION**

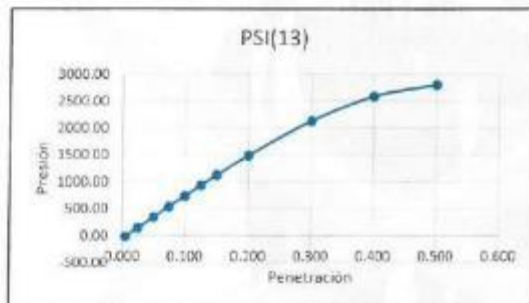
EC = 26 GOLPES (12.2 kg-cm/cm<sup>2</sup>)



CORRECCIÓN 26 GOLPES	
CBR 0.1"	101.11
CBR 0.2"	127.95

**CORRECCION**

EC = 13 GOLPES (6.1 kg-cm/cm<sup>2</sup>)

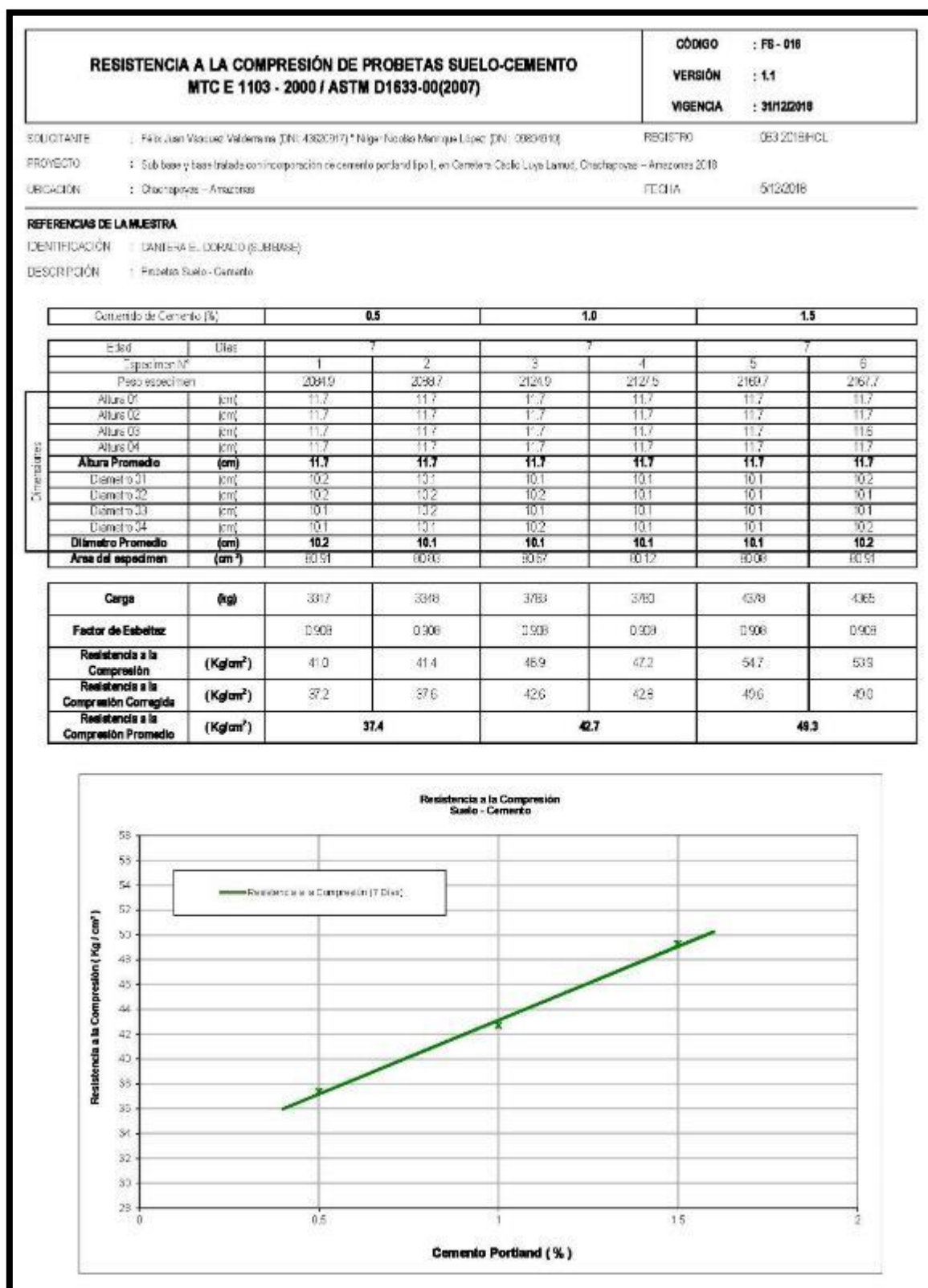


CORRECCIÓN 13 GOLPES	
CBR 0.1"	73.75
CBR 0.2"	99.00

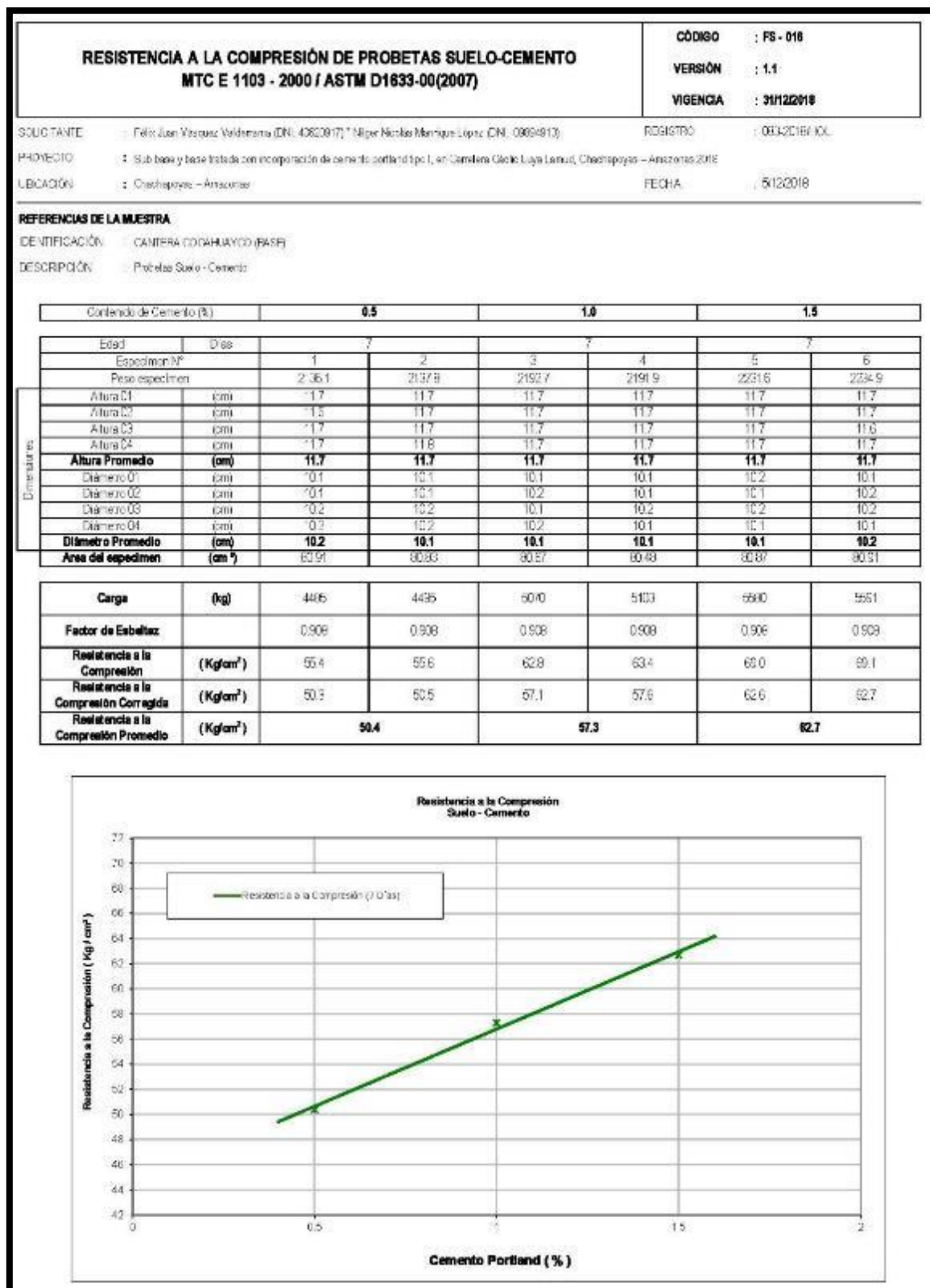
*Elbis Antonio Melendez Grandez*  
**Elbis Antonio Melendez Grandez**  
 Laboratorioista

*Yvan Segundo Licera Correa*  
**YVAN SEGUNDO LICERA CORREA**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. 53820

## Anexo 21: Ensayo de resistencia a la compresión (Sub base + 0.5%, 1.0% y 1.5% de cemento)



## Anexo 22: Ensayo de resistencia a la compresión (Base + 0.5%, 1.0% y 1.5% de cemento)





**Anexo 23: Diseño de pavimento en programa CEDEM (tramos I, II III y IV) considerando sub base con adición del 1.5% de cemento**

**ANÁLISIS DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PROYECTADO**

**TRAMO I. Km. 0+000 – Km. 4+000**

**SECCIÓN TÍPICA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PROYECTADO**

TRAMO: I      Km. 0+000 Km. 4+000

Epaisseur (m): 2.0, 6.0, 4.0

MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE - MC

BASE GRANULAR - CBR=100 %

SUB-BASE GRANULAR CBR=40 %

SUB RASANTE CBR= 11.8 %

MODELO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO			NÚMERO ESTRUCTURAL (SN)	
Mr	$\mu$	Espesor (mts)	Coeficiente Estructural	
Mpa			por plg	por capa
3100	0.35	0.05	0.430	0.36
207	0.35	0.15	0.140	0.84
103	0.40	0.15	0.170	0.72
73	0.50		SN Redondeado	2.42

**Modelación del Pavimento en 4 capas (MAC+BG+SBG+SR)**

Definición de Capas: 4

Modulo de Elasticidad (E): 3100 (Mpa)

Coeficiente de Poisson ( $\mu$ ): 0.35

Deflexión entre Ejes de Carrito (D): 0.22 (cm)

Capa (m)	E (MPa)	$\mu$	D (cm)	Modulo de Elasticidad (Mpa)
1	3100	0.35	0.22	3100
2	207	0.35	0.15	207
3	103	0.40	0.15	103
4	73	0.50		73

Capa (m)	E (MPa)	$\mu$	D (cm)	Modulo de Elasticidad (Mpa)
1	3100	0.35	0.22	3100
2	207	0.35	0.15	207
3	103	0.40	0.15	103
4	73	0.50		73

**Resumen de Resultados:**

- Deflexión a nivel de la rasante del pavimento Flexible = **73.37 x 10<sup>-2</sup> mm**
- Radio de Curvatura = **65.68 mts**

**ANÁLISIS DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES DEL PAVIMENTO FLEXIBLE OPTIMIZADO CON SUB-BASE GRANULAR ESTABILIZADA (CEMENTO = 1.50 %)**

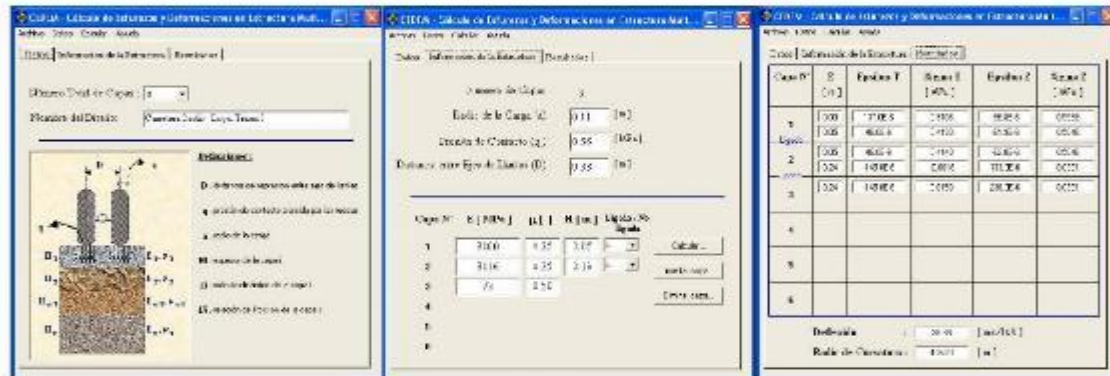
**TRAMO I. Km. 0+000 – Km. 4+000**

**SECCIÓN TÍPICA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE OPTIMIZADO CON SUB-BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO ( C= 1.50%)**

TRAMO: I Km. 0+000 Km. 4+000



**Modelación del Pavimento en 4 capas (MAC+BGEC+SR)**



**Resumen de Resultados:**

- Espesor del Pavimento con 9.50 plg, se optimiza eliminando la sub-base granular, reduciendo el espesor del pavimento proyectado.
- Deflexión a nivel de la rasante del pavimento Flexible = **36.86 x 10<sup>-2</sup> mm**
- Radio de Curvatura = **465.23 mts**

**ANÁLISIS DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PROYECTADO**

**TRAMO II. Km. 4+000 – Km. 9+500**

**SECCIÓN TÍPICA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PROYECTADO**

TRAMO: II Km. 4+000 Km. 9+500

Espesor (m)	MATERIAL	MODELO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO			NÚMERO ESTRUCTURAL (EN)	
		M <sub>e</sub> (Mpa)	μ	Espeor (mts)	Coefficiente Estructural por (PS)	por capa
2.0	MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE - MC	3102	0.35	0.05	0.430	0.86
0.8	BASE GRANULAR - CBR=100%	207	0.35	0.15	0.140	0.84
0.8	SUB-BASE GRANULAR CBR=40%	103	0.40	0.20	0.120	0.96
	SUB-RASANTE CBR=4.4%	45.2	0.30		SN <sub>subrasante</sub>	2.88

**Modelación del Pavimento en 4 capas (MAC+BG+SBG+SR)**

The image shows three screenshots of the ESDIM software interface:

- Left Screenshot:** Shows the 'Datos' (Data) input screen. It includes fields for 'Número de Capas' (4), 'Deflexión a Carga (δ)' (0.11), 'Radio de Curvatura (R)' (64.20), and 'Tensión unitaria (σ<sub>u</sub>)' (0.32). A diagram of a pavement cross-section is visible on the left.
- Middle Screenshot:** Shows the 'Datos' screen with a table of layer properties. The table is as follows:
 

Capa (m)	E (MPa)	μ	h (m)	Espeor (% Límite)
1	3102	0.35	0.05	2
2	207	0.35	0.15	4
3	103	0.40	0.20	2
4	45.2	0.30		
- Right Screenshot:** Shows the 'Datos' screen with a table of layer properties and calculated values. The table is as follows:
 

Capa (m)	E (MPa)	Espeor T (% T)	Espeor S (% S)	Espeor S (MPa)
1	3102	47.74	14.72	297.87
2	207	30.02	12.25	252.25
3	103	30.02	2.45	66.02
4	45.2	30.02	0.00	0.00
5	45.2	30.02	0.00	0.00
6	45.2	30.02	0.00	0.00

**Resumen de Resultados:**

- Deflexión a nivel de la rasante del pavimento Flexible =  $92.40 \times 10^{-2}$  mm
- Radio de Curvatura = 64.20 mts

**ANÁLISIS DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES DEL PAVIMENTO FLEXIBLE OPTIMIZADO CON SUB-BASE GRANULAR ESTABILIZADA (CEMENTO = 1.50 %)**

**TRAMO II. Km. 4+000 – Km. 9+500**

SECCIÓN TÍPICA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE OPTIMIZADO CON SUB-BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO ( C= 1.50 %)

TRAMO: II Km. 4+000 Km. 9+500



**Modelación del Pavimento en 4 capas (MAC+BGEC+SR)**



**Resumen de Resultados:**

- Espesor del Pavimento con 10.80 plg, se optimiza eliminando la sub-base granular, reduciendo el espesor del pavimento proyectado.
- Deflexión a nivel de la rasante del pavimento Flexible =  $46.11 \times 10^{-2}$  mm
- Radio de Curvatura = 509.91 mts

**ANÁLISIS DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PROYECTADO**

**TRAMO III. Km. 9+500 – Km. 10+500**

**SECCIÓN TÍPICA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PROYECTADO**

TRAMO: III Km. 9+500 Km. 10+500

Espesor (cm)	Material	MODELO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO			NÚMERO ESTRUCTURAL (NE)	
		M <sub>y</sub> (Mpa)	μ	Espesor (mts)	Coefficiente Estructural por plg	Coefficiente Estructural por capa
2.0	MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE-MC	3100	0.35	0.05	2.430	0.80
6.0	BASE GRANULAR - CBR=100 %	300	0.35	0.15	2.140	0.64
6.0	SUB-BASE GRANULAR CBR=40 %	300	0.50	0.15	3.120	0.72
	SUB-RASANTE CBR= 13.0 %	78	0.50		SR <sub>Reducta</sub>	2.42

**Modelación del Pavimento en 4 capas (MAC+BG+SBG+SR)**

**Resumen de Resultados:**

- Deflexión a nivel de la rasante del pavimento Flexible = **70.81 x 10<sup>-2</sup> mm**
- Radio de Curvatura = **66.05 mts**



**ANÁLISIS DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES DEL PAVIMENTO FLEXIBLE OPTIMIZADO CON SUB-BASE GRANULAR ESTABILIZADA (CEMENTO = 1.50 %)**

**TRAMO III. Km. 9+500 – Km. 10+500**

**SECCIÓN TÍPICA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE OPTIMIZADO CON SUB-BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO ( C= 1.50 %)**

TRAMO: III Km. 9+500 Km. 10+500



**Modelación del Pavimento en 4 capas (MAC+BGEC+SR)**



**Resumen de Resultados:**

- Espesor del Pavimento con 9.50 plg, se optimiza eliminando la sub-base granular, reduciendo el espesor del pavimento proyectado.
- Deflexión a nivel de la rasante del pavimento Flexible = **35.20 x 10<sup>-2</sup> mm**
- Radio de Curvatura = **469.86 mts**

**ANÁLISIS DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PROYECTADO**

**TRAMO III. Km. 9+500 – Km. 10+500**

**SECCIÓN TÍPICA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PROYECTADO**

TRAMO: IV Km. 10+500 Km. 16+100

Espesor (m)	Material	MODELO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO			NÚMERO ESTRUCTURAL (EN)	
		σ <sub>v</sub> (Mpa)	μ	Espeor (mts)	Coefficiente Estructural por plg	por capa
2.0	MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE -MC	3100	0.95	0.05	0.430	0.86
3.0	BASE GRANULAR - CBR=100%	300	0.95	0.15	0.140	0.84
12.0	SUB-BASE GRANULAR CBR=40%	200	0.40	0.50	0.120	1.44
	SUB-RASANTE CBR= 2.40%	30	0.50		SN <sub>adaptado</sub>	0.14

**Modelación del Pavimento en 4 capas (MAC+BG+SBG+SR)**

The software interface displays the following data for the pavement layers:

Capa (m)	E (MPa)	μ	σ (kN/m²)	Modulo No. Estruct.
1	3100	0.95	1.05	0.86
2	300	0.95	0.15	0.84
3	200	0.40	0.50	1.44
4	30	0.50		0.14

**Resumen de Resultados:**

- Deflexión a nivel de la rasante del pavimento Flexible = **108.91 x 10<sup>-2</sup> mm**
- Radio de Curvatura = **63.89 mts**

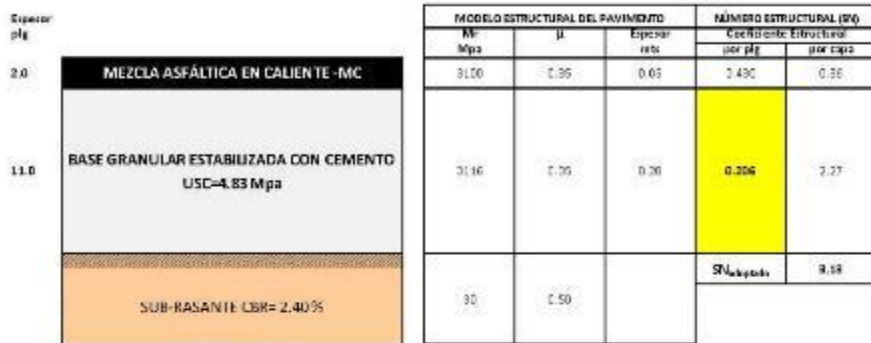


**ANÁLISIS DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES DEL PAVIMENTO FLEXIBLE OPTIMIZADO CON SUB-BASE GRANULAR ESTABILIZADA (CEMENTO = 1.50 %)**

**TRAMO IVI. Km. 10+500 – Km. 16+100**

**SECCIÓN TÍPICA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE OPTIMIZADO CON SUB-BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO ( C= 1.50 %)**

TRAMO: IV Km. 10+500 Km. 16+100



**Modelación del Pavimento en 4 capas (MAC+BGEC+SR)**



**Resumen de Resultados:**

- Espesor del Pavimento con 13.00 plg, se optimiza eliminando la sub-base granular, reduciendo el espesor del pavimento proyectado.
- Deflexión a nivel de la rasante del pavimento Flexible = **50.96 x 10<sup>-2</sup> mm**
- Radio de Curvatura = **616.18 mts**

**Anexo 24: Diseño de pavimento en programa CEDEM (tramos I, II III y IV) considerando base con adición del 0.5% de cemento**

**ANÁLISIS DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PROYECTADO**

**TRAMO I. Km. 0+000 – Km. 4+000**

**SECCIÓN TÍPICA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PROYECTADO**

TRAMO: I      Km. 0+000 Km. 4+000

Epesor (Pg)

2.0	MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE - MC
6.0	BASE GRANULAR - CBR=100 %
6.0	SUB-BASE GRANULAR CBR=40 %
	SUB-RASANTE CBR= 11.8 %

MODELO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO			NÚMERO ESTRUCTURAL (SN)	
M <sub>p</sub> (Mpa)	μ	Espeor (mts)	Coeficiente Estructural	
			por (Pg)	por capa
3100	0.35	0.05	0.450	0.85
207	0.35	0.15	0.140	0.84
108	0.40	0.15	0.120	0.79
73	0.50		<b>SN adorado</b>	<b>2.42</b>

**Modelación del Pavimento en 4 capas (MAC+BG+SBG+SR)**

**Resumen de Resultados:**

- Deflexión a nivel de la rasante del pavimento Flexible = **73.37 x 10<sup>-2</sup> mm**
- Radio de Curvatura = **65.68 mts**

**ANÁLISIS DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES DEL PAVIMENTO FLEXIBLE OPTIMIZADO CON BASE ESTABILIZADA (CEMENTO = 0.50 %)**

TRAMO I. Km. 0+000 – Km. 4+000

**SECCIÓN TÍPICA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE OPTIMIZADO CON BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO (C= 0.50 %)**

TRAMO: I Km. 0+000 Km. 4+000



**Modelación del Pavimento en 4 capas (MAC+BGEC+SR)**



**Resumen de Resultados:**

- Espesor del Pavimento con 9.50 plg, se optimiza eliminando la sub-base granular, reduciendo el espesor del pavimento proyectado.
- Deflexión a nivel de la rasante del pavimento Flexible = **36.59 x 10<sup>-2</sup> mm**
- Radio de Curvatura = **477.39 mts**

**ANÁLISIS DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PROYECTADO**

**TRAMO II. Km. 4+000 – Km. 9+500**

**SECCIÓN TÍPICA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PROYECTADO**

TRAMO: II Km. 4+000 Km. 9+500

Espesor (cm)	MATERIAL	MODELO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO			NÚMERO ESTRUCTURAL (SN)	
		M <sub>0</sub> (Mpa)	μ	Espejura (mts)	Las Fibras Estructurales por pie	por capa
2.0	MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE - MAC	35.00	0.35	0.05	0.430	0.06
6.0	BASE GRANULAR - CBR=100 %	207	0.35	0.15	0.140	0.84
8.0	SUB-BASE GRANULAR CBR=40 %	105	0.45	0.20	0.120	0.56
	SUB-RASANTE CBR= 4.0 %	45.5	0.50		<b>SN Estructura</b>	<b>2.05</b>

**Modelación del Pavimento en 4 capas (MAC+BG+SBG+SR)**

The screenshots show the following data:

- Input Parameters:**
  - Plano de Capas: 4
  - Radio de Curvatura (R): 611 (m)
  - Radio de Contacto (a): 0.35 (m)
  - Distancia entre Ejes de Ejes (D): 0.30 (m)
- Material Properties Table:**

Capa (m)	E (MPa)	μ	R (m)	Espejura (m)	Estado
1	35.00	0.35	611	0.05	Cálculo
2	207	0.35	611	0.15	Verificado
3	105	0.45	611	0.20	Verificado
4	45.5	0.50	611		Verificado
- Results Table:**

Capa (m)	Deflexión (mm)	Deflexión (mm)	Deflexión (mm)	Deflexión (mm)
1	459.4	2790	1778.4	1778.4
2	399.2	4530	252.0	0.00
3	383.4	8100	180.0	0.00
4	350.0	0.00	0.00	0.00
5	350.0	0.00	0.00	0.00
6	350.0	0.00	0.00	0.00

**Resumen de Resultados:**

- Deflexión a nivel de la rasante del pavimento Flexible = **92.40 x 10<sup>-2</sup> mm**
- Radio de Curvatura = **64.20 mts**

**ANÁLISIS DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES DEL PAVIMENTO FLEXIBLE OPTIMIZADO CON BASE ESTABILIZADA (CEMENTO = 0.50 %)**

**TRAMO II. Km. 4+000 – Km. 9+500**

**SECCIÓN TÍPICA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE OPTIMIZADO CON BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO ( C= 0.50 %)**

TRAMO: II Km. 4+000 Km. 9+500

Espesor (plg)	Módulo de Elasticidad (ksi)	Módulo Estructural del Pavimento			Módulo Estructural (ksi)	
		M <sub>r</sub>	a	Espesor (mts)	Capas de Estructura	
					por (plg)	por (mts)
3.0	MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE -MC	3100	0.35	0.35	60.00	0.85
3.6	BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO USC-4,94Mpa	5075	0.45	0.27	60.00	2.00
	SUB-RASANTE CBR= 4.4%	45.0	0.50		SR <sub>subrasante</sub>	3.00

**Modelación del Pavimento en 4 capas (MAC+BGEC+SR)**

The screenshots show the following data:

- Input Parameters:**
  - Material Type: 3
  - Number of Layers: 4
  - Radius of Curvature (R): 511 (ft)
  - Deflection at Center (δ): 0.20 (in)
  - Temperature at Time of Day (T): 0.22 (°F)
- Layer Properties Table:**

Capa (N°)	E (MPa)	a (ft)	h (in)	log(a/h)	log(a/h) / log(a/h)
1	3100	0.35	0.05	-1.04	0.00
2	5075	0.45	0.27	-0.22	0.82
3	45.0	0.50			0.00
4					
5					
6					
- Final Results:**
  - Deflection: 45.75 (mm)
  - Radio de Curvatura: 524.12 (m)

**Resumen de Resultados:**

- Espesor del Pavimento con 10.60 plg, se optimiza eliminando la sub-base granular, reduciendo el espesor del pavimento proyectado.
- Deflexión a nivel de la rasante del pavimento Flexible = **45.75 x 10<sup>-2</sup> mm**
- Radio de Curvatura = **524.12 mts**



**ANÁLISIS DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PROYECTADO**

**TRAMO III. Km. 9+500 – Km. 10+500**

**SECCIÓN TÍPICA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PROYECTADO**

TRAMO: III Km. 9+500 (Km. 10+500)

Espesor (plg)	MATERIAL	MODELO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO			NÚMERO ESTRUCTURAL (SN)	
		M <sub>e</sub> (Mpa)	μ	Espesor (mts)	Coefficiente Estructural por plg	por metro
2.0	MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE -MC	3100	0.35	0.15	0.432	0.86
4.0	BASE GRANULAR - CBR=100 %	300	0.35	0.15	0.143	0.04
6.0	SUB-BASE GRANULAR CBR=40 %	200	0.42	0.15	0.123	0.72
	SUB RASANTE CBR= 13.0 %	78	0.50		SN <sub>total</sub>	2.42

**Modelación del Pavimento en 4 capas (MAC+BG+SBG+SR)**

The image shows three screenshots of the EPIPA software interface:

- Left Screenshot:** Shows the 'Datos' (Data) tab with 'Número de Capas' set to 4. It includes a diagram of a pavement cross-section with layers labeled 1 to 4 and their respective moduli (E<sub>1</sub> to E<sub>4</sub>) and Poisson's ratios (μ<sub>1</sub> to μ<sub>4</sub>).
- Middle Screenshot:** Shows the 'Propiedades de las Capas' (Layer Properties) tab. It lists material properties for each layer:
 

Capa N°	E (MPa)	μ	H (m)	Esfuerzo de Rotura (kN/m²)	Estado
1	3100	0.35	0.15	1	Sólido
2	300	0.35	0.15	2	Indefinido
3	200	0.42	0.15	3	Indefinido
4	78	0.50			Indefinido
- Right Screenshot:** Shows the 'Cálculo' (Calculation) tab with a table of results:
 

Capa N°	h (m)	Área A1 (m²)	Área A2 (m²)	Área A3 (m²)	Área A4 (m²)
1	0.15	475.32	34.27	10.00	0.00
2	0.15	300.00	17.09	66.00	0.00
3	0.15	200.00	9.00	14.00	0.00
4	0.15	200.00	0.00	0.00	0.00
5	0.15	0.00	0.00	100.00	0.00
6	0.15	400.00	0.00	0.00	0.00

**Resumen de Resultados:**

- Deflexión a nivel de la rasante del pavimento Flexible = **70.81 x 10<sup>-2</sup> mm**
- Radio de Curvatura = **66.05 mts**

**ANÁLISIS DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES DEL PAVIMENTO FLEXIBLE OPTIMIZADO CON BASE ESTABILIZADA (CEMENTO = 0.50 %)**

**TRAMO III. Km. 9+500 – Km. 10+500**

**SECCIÓN TÍPICA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE OPTIMIZADO CON BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO ( C= 0.50 %)**

TRAMO: III Km. 9+500 Km. 10+500



**Modelación del Pavimento en 4 capas (MAC+BGEC+SR)**



**Resumen de Resultados:**

- Espesor del Pavimento con 9.50 plg, se optimiza eliminando la sub-base granular, reduciendo el espesor del pavimento proyectado.
- Deflexión a nivel de la rasante del pavimento Flexible =  $34.94 \times 10^{-2} \text{ mm}$
- Radio de Curvatura = **482.14 mts**



**ANÁLISIS DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PROYECTADO**

**TRAMO III. Km. 9+500 – Km. 10+500**

**SECCIÓN TÍPICA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE PROYECTADO**

TRAMO: IV Km. 10+500 Km. 16+100

Espesor (cm)	MATERIAL	MODELO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO			NÚMERO ESTRUCTURAL (SN)	
		MR (Mpa)	$\mu$	Espesor (cm)	Coefficiente Estructural por (cm)	por capa
2.0	MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE -MC	3100	0.35	0.05	0.430	0.08
6.0	BASE GRANULAR - CBR=100 %	910	0.35	0.15	0.140	0.84
12.0	SUB-BASE GRANULAR CBR=40 %	270	0.40	0.30	0.170	5.14
	SUB-RASANTE CBR= 2.40 %	80	0.50		SN <sub>total</sub>	3.14

**Modelación del Pavimento en 4 capas (MAC+BG+SBG+SR)**

The screenshots show the following data:

- Input Parameters:**
  - Radio de la Carga (a): 1.1 [m]
  - Radio de Contacto (b): 24 [cm]
  - Distancia entre Ejes de Ejes (S): 3.23 [m]
- Material Properties Table:**

Capa (m)	E (MPa)	$\mu$	H (cm)	Agua (%)	Estado
1	3100	0.35	0.05		Elastic
2	910	0.35	0.15		Intermedia
3	270	0.40	0.30		Intermedia
4	80	0.50			Participa
- Calculation Results Table:**

Capa (m)	Y (mm)	Y <sub>capa</sub> (mm)	Y <sub>capa</sub> (mm)	Y <sub>capa</sub> (mm)	Y <sub>capa</sub> (mm)
1	0.00	108.91	108.91	108.91	108.91
	0.05	4743.4	1.248	10.884	0.474
2	0.20	2743.4	0.889	5.2824	0.182
	0.35	1513.4	0.512	2.877	0.171
3	0.70	713.4	0.256	1.4387	0.171
	1.05	473.4	0.166	0.9582	0.171
4	1.35	313.4	0.110	0.6387	0.171
	1.70	213.4	0.073	0.4287	0.171

**Resumen de Resultados:**

- Deflexión a nivel de la rasante del pavimento Flexible = **108.91 x 10<sup>-2</sup> mm**
- Radio de Curvatura = **63.89 mts**

## ANÁLISIS DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES DEL PAVIMENTO FLEXIBLE OPTIMIZADO CON BASE ESTABILIZADA (CEMENTO = 0.50 %)

TRAMO IV, Km. 10+500 – Km. 16+100

### SECCIÓN TÍPICA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE OPTIMIZADO CON BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO ( C=0.50 %)

TRAMO: IV Km. 10+500 Km. 16+100

Espesor plg	MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE -MC	MODELO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO			NÚMERO ESTRUCTURAL S <sub>10</sub>	
		Mpa	μ	Espe- sura mts	Con- fianza por capa	por capa
2.0		9.100	0.35	0.05	0.430	0.86
13.0	BASE GRANULAR ESTABILIZADA CON CEMENTO USC=4.94 Mpa	300	0.53	0.28	0.229	2.30
	SUB-RASANTE CBR= 2.40 %	30	0.50		S <sub>10</sub> Redondo	0.10

### Modelación del Pavimento en 4 capas (MAC+BGEC+SR)

The screenshot shows a software interface with three main panels. The left panel displays a cross-section diagram of a pavement structure with layers labeled 1, 2, 3, and 4. The middle panel contains input data for the pavement model, including the number of layers (2), radius of curvature (0.11), and material properties for each layer. The right panel shows a table of results for the pavement structure, including layer number, thickness, modulus, and other parameters.

Capa N°	Z (m)	Ep (Mpa)	Ep (Mpa)	Ep (Mpa)	Ep (Mpa)
1	0.00	9100	9100	9100	9100
2	0.13	300	300	300	300
3	0.13	30	30	30	30
4					
5					
6					

### Resumen de Resultados:

- Espesor del Pavimento con 13.00 plg, se optimiza eliminando la sub-base granular, reduciendo el espesor del pavimento proyectado.
- Deflexión a nivel de la rasante del pavimento Flexible =  $50.53 \times 10^{-2}$  mm
- Radio de Curvatura = 635.96 mts



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE  
TESIS**

Código : F06-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 1

Yo, Luis Humberto Diaz Huiza, docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Sede Lima Este, revisor de la tesis titulada:

**"Sub base y base tratada con incorporación de cemento portland tipo I, en carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas – Amazonas 2018"**, del estudiante Felix Juan Vásquez Valderrama, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

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

San Juan de Lurigancho, 14 de Diciembre de 2018

.....  
Luis Humberto Diaz Huiza

Docente de la Escuela Profesional Ingeniería Civil

DNI 08196873

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

Feedback Studio - Google Chrome  
https://ev.tumitin.com/app/carta/es/?u=1142799634&s=1&lang=es&u=1061445990

feedback studio TESIS /0 < 10 de 23 >

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

Sub base y base tratada con incorporación de cemento portland tipo I, en carretera Cáclie Luya Lamud, Chachapoyas - Amazonas 2018.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
**CIVIL**

**AUTORES:**  
Félix Juan Vásquez Valderrama  
Nilger Nicolás Manrique López

**ASESOR:**  
Mg. Luis Humberto Diaz Huiza

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Página: 1 de 181 Número de palabras: 17466 Text-only Report Tunitin Classic High Resolution Activado

Resumen de coincidencias X

**23 %**

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

23	1	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	3 %
	2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2 %
	3	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
	4	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1 %
	5	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
	6	repositorio.sibdi.ucr.ac... Fuente de Internet	1 %
	7	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
	8	www.elconstructorcivil... Fuente de Internet	1 %

18:44 10/06/2019



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS  
EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 1

Yo Felix Juan Vásquez Valderrama, identificado con DNI N° 43620917, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad César Vallejo, autorizo (X) , No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado **"Sub base y base tratada con incorporación de cemento portland tipo I, en carretera Cáclic Luya Lamud, Chachapoyas – Amazonas 2018"**; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

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

  
\_\_\_\_\_  
FIRMA

DNI: 43620917

FECHA: 14 de Diciembre del 2018

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





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL, DRA. ING. MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

FÉLIX JUAN VÁSQUEZ VALDERRAMA

INFORME TÍTULADO:

Sub base y base tratada con incorporación de cemento portland tipo I, en carretera Cállic Luya Lamud, Chachapoyas – Amazonas 2018.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 17 de Diciembre del 2018

NOTA O MENCIÓN: 14 (Catorce)



*Q. Y. S. G.*

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN