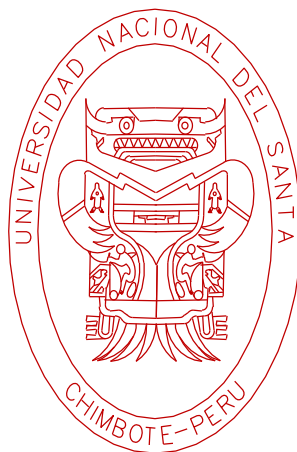


**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**“PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN  
CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL  
DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE”**

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

**AUTORES:**

**Bach. SÁNCHEZ LIZÁRRAGA JUAN ANTONIO  
Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN**

**ASESOR:**

**Ing. JULIO CÉSAR RIVASPLATA DÍAZ**

**NUEVO CHIMBOTE - PERÚ  
2017**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

**FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**“PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN  
CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL  
DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE”**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**REVISADA Y APROBADA POR:**

---

**Ing. Julio César Rivasplata Díaz  
ASESOR**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**“PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN  
CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL  
DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE”**

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

**SUSTENTADA EL DÍA 10 DE FEBRERO DEL 2017, Y  
APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO**

---

**Ing. JANET SAAVEDRA VERA  
PRESIDENTE**

---

**Ing. JULIO RIVASPLATA DIAZ  
SECRETARIO**

---

**Ing. LINO OLASCUAGA CRUZADO  
INTEGRANTE**



## **DEDICATORIA**

*A dios, por permitir la existencia de quien me dio al fe, la fortaleza necesaria para salir siempre adelante pese a las dificultades, por guiarme en el mejor camino iluminando cada paso de mi vida, por darme la salud, la esperanza y dotarme de los medios y personas para lograr conseguir dar este paso tan importante para mí, sin ti no hubiera podido culminar este trabajo*

*A mi madre FELICITA por su paciencia, por su comprensión, por su empeño, por su incansable esfuerzo y sacrificio por sus hijos, por ese gran amor que me brinda, por enseñarme a salir adelante sin importar las dificultades, por enseñarme a encarar las dificultades, por ser padre y madre te dedico parte de este triunfo*

*A mi hijo MATHIAS SEBASTIAN por ser lo más hermoso que me ha pasado en la vida, por ser mi motor y motivo para salir adelante.*

*A ti KELLY por darme el regalo más hermoso de mi vida, por ese gran amor y apoyo incondicional, por estar conmigo en las buenas y en las malas, sin tus consejos y constante apoyo no hubiera podido culminar este trabajo*

*A mi hermana MARICIELO, por tu constante apoyo y comprensión, por tu sacrificio para que yo pueda ser un profesional, por ser uno de mis grandes alientos.*

*A mi tío MARTIN LIZARRAGA, por abrirme las puertas de tu casa, por ese apoyo constante y tu preocupación por mí, por enseñarme el verdadero ser de un hombre de bien.*

*A mi abuelita MERCEDES, por ser mi segunda madre, mi apoyo, por darme una infancia llena de alegría y felicidad, y aunque hoy no estas a mi lado sé que desde el cielo está feliz por mí, disfrutando de mis éxitos.*

**Juan Antonio Sánchez Lizárraga**



## **DEDICATORIA**

*Primeramente a Dios, porque de él mana la vida la salud y la sabiduría, por permitir de avanzar un peldaño más en mi vida, por haber estado en todo momento acompañándome y dándome fuerzas para cada ser mejor. Agradecido Papá Dios.*

*A dos ángeles las personas más maravillosas en este mundo que me tocaron como Padres a ustedes CARLOS Y ANTONIA por haberme inculcado desde pequeño buenos modales, valores a valorar la familia y enseñarme que las cosas se obtienen con esfuerzo y sacrificio. Por guiar mis pasos y hacerme una persona de éxito. A ustedes por su arduo esfuerzo del día a día por sacarnos adelante a mí y hermanos. Por su inmenso amor, cariño, paciencia y por su comprensión en todo momento. Por qué parte de triunfo es de ustedes.*

*A ti mi príncipe, mi hijo JOSÍAS ADRIEL mi mejor regalo que Dios me pudo haber dado, eres mi gran motor y motivo por el cual luchar día a día. Y algún día puedas ver que siempre doy lo mejor para usted mi niño y mi familia,*

*A ti mi esposa amiga compañera JUDITH, por haberme dado el privilegio de compartir mis días a tu lado y por haberme dado el regalo más preciado que tengo, por ese gran amor y apoyo incondicional, por haberme apoyado en todo este camino y estado todo tiempo a mi lado, por los consejos y palabras de aliento para cumplir mis objetivos.*

*A mi hermanos CARLOS, FIORELLA, DAVID, RUTH y mi sobrino MATHIAS, por su confianza, porque siempre hemos estado unidos apoyándonos unos a otros.*

**Junior Esteban Yataco Morillo**



## **AGRADECIMIENTO**

*Al Sr. Asesor Ing. Julio Cesar Rivasplata Días por la orientación y asesoramiento que nos brindó para la elaboración de nuestra tesis.*

*AL Sr. Pablo, por el apoyo recibido con los ensayos de laboratorio, durante el desarrollo de nuestra tesis, sin tu apoyo este trabajo no se hubiera terminado a tiempo.*

*A todas las personas, que de alguna manera se vieron involucrados en la realización de la presente tesis.*

*Por último y no menos importante estamos eternamente agradecidos con la Universidad Nacional de Santa, donde recibimos la formación profesional compartiendo muchos momentos y recuerdos que siempre llevaremos en nuestros corazones.*

***Juan Antonio Sánchez Lizárraga***

***&***

***Junior Esteban Yataco Morillo***



## **RESUMEN**

Dado que todo pavimento requiere para su diseño y evaluación, de un parámetro conocido como el California Bearing Ratio (CBR) es importante saber que propiedades y características del suelo determina el valor de CBR con un mejor desempeño. Hasta el momento el principal obstáculo para la obtención de su valor es el tiempo y costo que representa, por ello que conociendo las propiedades que determinan la resistencia de un terreno de fundación ayuda a reducir el tiempo y costo en ensayos innecesarios.

Uno de los motivos que llevó a seleccionar este tema de tesis, fue el de buscar una manera de determinar el mejor suelo con un valor del CBR adecuado reduciendo tiempo y costos.



## **SUMMARY**

Since all pavement requires for its design and evaluation of a parameter known as the California Bearing Ratio (CBR) it is important to know what properties and characteristics of the soil determine the CBR value with better performance. So far the main obstacle to obtaining its value is the time and cost it represents, so knowing the properties that determine the strength of a foundation land helps reduce time and cost in unnecessary trials.

One of the reasons that led to the selection of this thesis topic was to find a way to determine the best soil with an appropriate CBR value, reducing time and costs.





## INDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I : ASPECTOS GENERALES.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1 ASPECTOS INFORMATIVOS.....</b>	<b>3</b>
1.2.1 TITULO:.....	3
1.2.2 TIPO DE INVESTIGACION.....	3
1.2.3 UBICACIÓN.....	3
<b>1.2 PLAN DE INVESTIGACION.....</b>	<b>3</b>
1.2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2.2 OBJETIVOS.....	5
1.2.3.2 OBJETIVO GENERAL .....	5
1.2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	5
1.2.3 JUSTIFICACIÓN .....	5
1.2.4 HIPÓTESIS.....	6
1.2.5 VARIABLES.....	6
1.2.3.2 VARIABLE DEPENDIENTE .....	6
1.2.3.2 VARIABLE INDEPENDIENTE.....	6
1.2.6 DISEÑO EXPERIMENTAL, ESQUEMA .....	6
<b>CAPITULO II: MARCO TEORICO .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1 DEFINICIONES.....</b>	<b>8</b>
2.1.1 PROPIEDADES INDICE DE LOS SUELOS.....	8
2.1.2 COMPACTACION DE LOS SUELOS .....	8
2.2.3.2 PRÓCTOR ESTÁNDAR.....	9
2.2.3.2 PROCTOR MODIFICADO .....	10



---

2.1.3	CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) .....	12
2.1.4	PAVIMENTO.....	14
2.1.5	PAVIMENTO FLEXIBLE.....	14
2.1.6	DURACION DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE .....	15
2.1.7	TRANSITO.....	15
2.2.3.2	CONFIGURACION DE EJES.....	16
2.2.3.2	TIPOS DE EJES .....	17
<b>2.2</b>	<b>PROPIEDADES INDICE DE LOS SUELOS.....</b>	<b>22</b>
2.2.1	DISTRIBUCION DEL TAMAÑO DE PARTICULAS .....	22
2.2.2	LIMITES DE CONSISTENCIA.....	24
2.2.3.2	LIMITE LÍQUIDO.....	25
2.2.3.2	LIMITE PLASTICO.....	26
2.2.3.2	INDICE DE PLASTICIDAD.....	26
2.2.3	PROPIEDADES DE COMPACTACION.....	27
2.2.3.1.	CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD .....	30
2.2.3.2.	MAXIMA DENSIDAD SECA.....	31
<b>2.3</b>	<b>MÉTODO DE LA AASHTO PARA EL DISEÑO DE LA SECCIÓN ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS.....</b>	<b>32</b>
2.3.1	RESEÑA HISTORICA .....	32
2.3.2	COMPORTAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS.....	33
2.3.3	MÉTODO DE DISEÑO .....	34
2.3.3.1	TRANSITO.....	35
2.3.3.1.1	TRÁNSITO MEDIO DIARIO ANUAL .....	37
2.3.3.1.2	TASA DE CRECIMIENTO.....	38

---



---

2.3.3.1.3 PROYECCION DEL TRÁNSITO .....	38
2.3.3.1.4 MODELOS DE CRECIMIENTO .....	38
2.3.3.1.5 FACTOR DE CRECIMIENTO .....	39
2.3.3.1.6 DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL .....	40
2.3.3.1.7 FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR CARRIL .....	41
2.3.3.1.8 TRÁNSITO EQUIVALENTE .....	41
2.3.3.1.9 FACTORES EQUIVALENTES DE CARGA (LEF).....	42
2.3.3.1.10 FACTOR DE CAMIÓN .....	43
2.3.3.1.11 PERIODO DE DISEÑO .....	43
2.3.3.2 CONFIABILIDAD “R” .....	44
2.3.3.3 DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL “ZR” .....	45
2.3.3.4 DESVIACIÓN ESTÁNDAR TOTAL “SO”.....	47
2.3.3.5 PÉRDIDA O DIFERENCIA ENTRE ÍNDICES DE SERVICIABILIDAD INICIAL Y TERMINAL.....	48
2.3.3.5.1 ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (PO) .....	50
2.3.3.5.2 ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (PT) .....	50
2.3.3.6 MODULO DE RESILIENCIA .....	51
2.3.3.7 CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE .....	57
2.3.3.8 DETERMINACIÓN DE ESPESORES POR CAPA.....	59
2.3.3.8.1 COEFICIENTES DE CAPA.....	60
2.3.3.8.2 COEFICIENTES DE DRENAJE .....	61
2.3.3.8.3 ESPESORES D1, D2, Y D3 .....	63

---





---

4.1.4.2 DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL “ZR” .....	92
4.1.4.3 DESVIACIÓN ESTÁNDAR TOTAL “SO” .....	92
4.1.4.4 PÉRDIDA O DIFERENCIA ENTRE ÍNDICES DE SERVICIO INICIAL Y TERMINAL “ $\Delta$ PSI” .....	93
4.1.4.5 MODULO DE LA RESILIENCIA.....	94
4.1.4.5.1 CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE .....	94
4.1.4.5.2 CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA BASE GRANULAR ....	96
4.1.4.6 DETERMINACION DE ESPESORES POR CAPAS .....	96
4.1.4.6.1 COEFICIENTES DE CAPA.....	96
4.1.4.6.2 COEFICIENTES DE DRENAJE .....	100
4.1.4.7 CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL “SN” .....	101
4.1.4.8 DETERMINACIÓN DE ESPESORES MINIMOS POR CAPAS EN FUNCION DEL SN .....	106
4.1.4.9 DETERMINACIÓN DE ESPESORES MINIMOS POR CAPAS EN FUNCION DEL SN .....	111
4.1.5 RELACION ENTRE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO (EP) CON CADA PARAMETRO DEL SUELO.....	131
4.1.5.1 RELACIÓN ENTRE LA EP Y EL CONTENIDO DE GRAVA (%G) .....	131
4.1.5.2 RELACIÓN ENTRE LA EP Y EL CONTENIDO DE ARENA (%S) .....	132
4.1.5.3 RELACIÓN ENTRE LA EP Y EL CONTENIDO DE FINOS (%F).. .....	133

---



---

4.1.5.4	RELACIÓN ENTRE LA EP Y LA MÁXIMA DENSIDAD SECA	134
4.1.5.5	RELACIÓN ENTRE LA EP Y EL OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD .....	135
4.2	DISCUSIÓN.....	136
<b>CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>137</b>
5.1	CONCLUSIONES.....	138
5.2	RECOMENDACIONES .....	141
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....		142
CAPITULO VI .....		143
ANEXO N° 01: PANEL FOTOGRÁFICO		
ANEXO N° 02: MEMORÍA DE CÁLCULO		
ANEXO N° 03: RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO		
ANEXO N° 04: PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS		



## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se basa fundamentalmente en el análisis de las propiedades Índice de los suelos muestreados de acuerdo a la Zonificación Geotécnica del Distrito de Nuevo Chimbote, así mismo se ha relacionado dichas propiedades con el CBR ya que es el parámetro fundamental e indispensable para el diseño de un pavimento flexible o rígido, ya sea mediante el método de la American Association of State Highway and Transportation Official (AASHTO), el método racional o el del Portland Cement Association (PCA). El valor del CBR es un indicador del esfuerzo cortante o de punzonamiento en subrasantes, subbases y bases, sin embargo este parámetro depende de las características y propiedades del suelo, a lo cual llamamos propiedades índices del suelo.

Las propiedades índice evaluadas en estas investigaciones han sido el porcentaje de grava (%G), porcentaje de arena (%S), porcentaje de finos: limos y arcillas (%F), límite líquido (LL), límite plástico (LP), índice de plasticidad (IP), máxima densidad seca (MDD) y contenido máximo de humedad (OMC). Todas estas propiedades han sido relacionadas con el CBR, y enseguida con los espesores variables de la estructura de los pavimentos para cada sector muestreado, llegando así a comprobar que dichas propiedades del suelo influyen directamente en los espesores de los pavimentos.



---

---

# CAPITULO I

---

---

## ASPECTOS GENERALES





## 1.1 ASPECTOS INFORMATIVOS

### 1.2.1 TITULO:

**“PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU  
RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS  
PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE”**

### 1.2.2 TIPO DE INVESTIGACION

Según su Aplicabilidad o Propósito : Aplicada – Experimental

### 1.2.3 UBICACIÓN

- **DISTRITO** : Nuevo Chimbote
- **PROVINCIA** : Santa
- **REGION** : Ancash

## 1.2 PLAN DE INVESTIGACION

### 1.2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el distrito de Nuevo Chimbote el 80 % de sus calles y/o vías de acceso, estas conformadas por pavimentos flexibles, de los cuales se puede observar que un 60% de sus vías pavimentadas se encuentran con un alto grado de deterioro, lo cual llama la atención ya que dichas vías no son de mucha antigüedad, debido a que el Distrito de Nuevo Chimbote no tiene más de 25 años de su creación, por ello surgen las interrogantes respecto a que problemas pueden causar el deterioro de las pistas, ya que en la mayoría se ha notado problemas de fisuras, huecos, y hundimientos, sin embargo es



sabido que existen muchos factores para determinar que estructura de pavimento se debe colocar dependiendo de la zona es decir, del tipo de suelos y su compactación, de los agentes externos (nivel freático elevado) que garantizarían una buena estructura del pavimento.

El Distrito de Nuevo Chimbote cuenta con una variedad de suelos que hacen permisible el diseño estructural más adecuado para los pavimentos en dicha zona y dado que todo pavimento requiere para su diseño y evaluación, de un parámetro conocido como el CBR es importante saber que propiedades y características del suelo determina el valor de CBR con un mejor desempeño. Hasta el momento el principal obstáculo para la obtención de su valor es el tiempo y costo que representa, por ello que conociendo las propiedades que determinan la resistencia de un terreno o subrasante, ayuda a reducir el tiempo y costo en ensayos innecesarios. En tal sentido nos formulamos el siguiente problema

**¿Qué relación poseen las propiedades índices de los suelos y el diseño estructural de los pavimentos en el Distrito de Nuevo Chimbote?**



---

## 1.2.2 OBJETIVOS

### 1.2.3.2 Objetivo General

Evaluar las propiedades índices de los suelos y su relación con el diseño estructural de los pavimentos en el Distrito de Nuevo Chimbote.

### 1.2.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar la relación que poseen las propiedades índice de los suelos con CBR
- Determinar la relación que posee el CRB con el diseño estructural de los pavimentos
- Plantear un óptimo diseño de pavimento flexible en base a las características y propiedades de los suelos en Nuevo Chimbote

## 1.2.3 JUSTIFICACIÓN

Las vías de comunicación son base del desarrollo del país, para ser capaces de asegurar el desarrollo económico y mejorar la calidad de vida de los habitantes.

El problema de investigación se enfoca en el estudio del fenómeno que se origina en la incertidumbre de los cálculos en el diseño estructural de los pavimentos en el Distrito de Nuevo Chimbote de manera teórica, ya que el CBR como parámetro principal de diseño estructural de los pavimentos depende de las propiedades índice de los suelos el cual varía considerablemente dependiendo de las zonificación geotécnica en la cual se encuentra.



El presente proyecto de investigación tiene la finalidad de optimizar y garantizar el buen desempeño del diseño estructural de los pavimentos mediante el estudio teórico de las propiedades índice de los suelos en el distrito de Nuevo Chimbote.

#### 1.2.4 HIPÓTESIS

Si las propiedades índices de los suelos son parámetros fundamentales que determinan el valor del CBR, entonces influyen directamente en la determinación del espesor de la estructura de un pavimento.

#### 1.2.5 VARIABLES

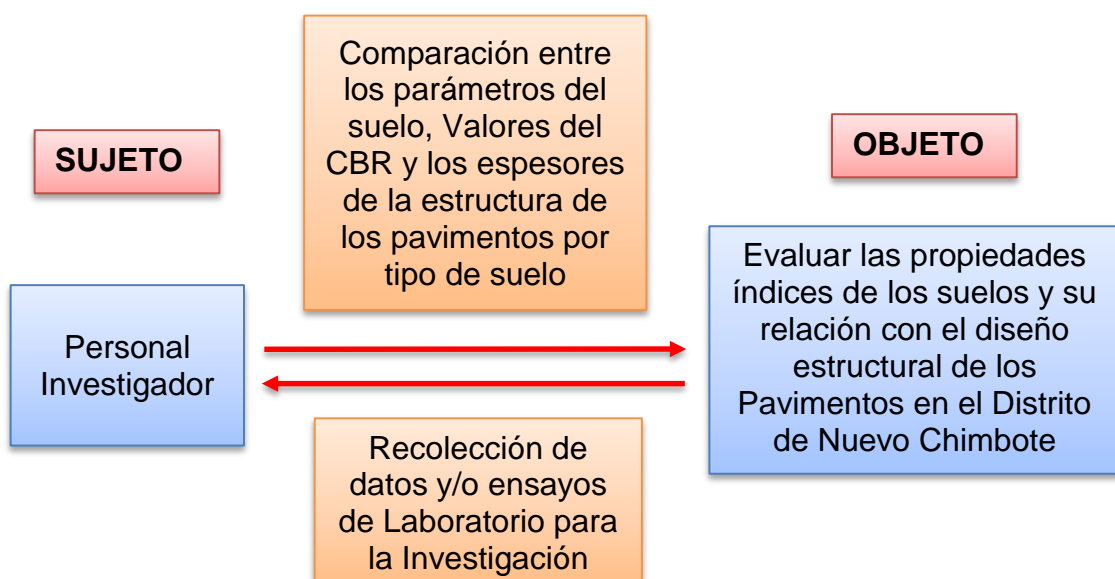
##### 1.2.3.2 Variable Dependiente

- Diseño estructural de los pavimentos

##### 1.2.3.2 Variable Independiente

- Propiedades Índice de los suelos

#### 1.2.6 DISEÑO EXPERIMENTAL, ESQUEMA





---

---

## CAPITULO II

---

---

### MARCO TEORICO



---

## 2.1 DEFINICIONES

### 2.1.1 PROPIEDADES INDICE DE LOS SUELOS

¿Qué son? ¿Para qué sirven? Cuando, nos preguntan la ubicación de algún sitio, por ejemplo ¿hacia dónde queda La Villa?, por lo general señalamos con el dedo índice hacia el Este y decimos hacia allá. De igual manera las propiedades o características índices de los suelos nos deben servir para conocer, cualitativamente, el comportamiento mecánico de los suelos. En tal sentido el estudio del suelo implica: clasificarlo, conocer el comportamiento del agua en este, su resistencia a esfuerzos externos y los límites respecto a su cambio de volumen. Una vez conocidas sus propiedades y comportamiento, pueden diseñarse estructuras que se ajusten a las condiciones específicas de cada suelo.

### 2.1.2 COMPACTACION DE LOS SUELOS

La compactación es el procedimiento de aplicar energía al suelo suelto para eliminar espacios vacíos, aumentando así su densidad y en consecuencia, su capacidad de soporte y estabilidad entre otras propiedades.

Su objetivo es el mejoramiento de las propiedades de ingeniería del suelo.

### 2.2.3.2 PRÓCTOR ESTÁNDAR

La prueba consiste en compactar el suelo a emplear en tres capas dentro de un molde de forma y dimensiones



**Figura N° 01:** Equipos para el Ensayo Proctor

*Fuente: Proyectos y Apuntes Teórico Prácticos Ingeniería Civil*

normalizadas, por medio de 25 golpes en cada una de ellas (56 para el Método C) con un pisón de 2,5 [kg] de peso, que se deja caer libremente desde una altura de 30,5 [cm].

Con este procedimiento Proctor observó que para un suelo dado, a contenido de humedad creciente incorporado a la masa del mismo, se obtenían densidades secas sucesivamente más altas (mejor grado de compactación). Asimismo, notó que esa tendencia no se mantenía indefinidamente si no que, al superar un cierto valor la humedad agregada, las densidades secas disminuían, con lo cual las condiciones empeoraban. Es decir, puso en evidencia que, para un suelo dado y a determinada energía de compactación, existe un valor de

“Humedad Óptima” con la cual puede alcanzarse la “Máxima Densidad Seca”.

El Ensayo Proctor Estándar también es conocido como Ensayo AASHTO T-99 (American Association of State Highway and Transportation Officials – Asociación Americana de Agencias Estatales de Carreteras y Transportes).

### 2.2.3.2 PROCTOR MODIFICADO

La prueba consiste en compactar el suelo a emplear en cinco capas dentro de un molde de forma y dimensiones normalizadas, por medio de 25 golpes en cada una de ellas (56 para el Método C) con un pisón de 4,5 [kg] de peso, que se deja caer libremente desde una altura de 45,7 [cm].



**Figura N°02:** Molde para Ensayo Proctor.

*Fuente: Proyectos y Apuntes Teórico Prácticos Ingeniería Civil*

Todo método de compactación, sea por impacto, como es el caso del Ensayo Proctor, o bien por amasado, vibración o Compresión estática o dinámica, produce estabilización del suelo al transferirle energía al mismo.



Ciertamente, no existe equipo de compactación aplicable al terreno que sea contraparte comparable al ensayo de impacto en el Laboratorio (a diferencia de lo que ocurren el caso de ensayos de amasado, vibración o compresión de laboratorio que encuentran su contraparte en los rodillos pata de cabra, vibro-compactadores, de rueda lisa, etc.).

No obstante ello, es tanta la experiencia que se ha acumulado sobre la prueba patrón Proctor, así como la gran cantidad de información que da indicio de su eficacia, que desde el comienzo de su implementación hasta el presente es un método aceptado y referenciado en un sinnúmero de pliegos de obras.



**Figura N°03:** Prensa para Ensayos Proctor y CBR.

*Fuente: Proyectos y Apuntes Teórico Prácticos Ingeniería Civil*

### 2.1.3 CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

El CBR se obtiene como la relación de la carga unitaria (por pulgada cuadrada) necesaria para lograr una cierta profundidad de penetración dentro de la muestra de suelo



**Figura N°04:** Equipo para el Ensayo CBR.

*Fuente: Proyectos y Apuntes Teórico Prácticos Ingeniería Civil*

compactada a un contenido de humedad y densidad dadas con respecto a la carga unitaria patrón requerida para obtener la misma profundidad de penetración en una muestra estándar de material triturado. En forma de ecuación, esto se puede expresar como:

Los ensayos de CBR se hacen usualmente sobre muestras compactadas al contenido de humedad óptimo para el suelo determinado utilizando el ensayo de compactación estándar (o modificada).

A menudo se compactan dos moldes de suelo: uno para penetración inmediata y otro para penetración después de dejarlo saturar por un periodo de 96 horas; este último se sobrecarga con un peso similar al del pavimento pero en ningún caso menor que 4.5 kg. Es necesario durante este periodo tomar registros de expansión para instantes escogidos arbitrariamente.

En ambos ensayos, se coloca una sobrecarga sobre la muestra de



la misma magnitud de la que se utiliza durante el ensayo de expansión. El ensayo sobre la muestra saturada cumple dos propósitos:

1. Dar información sobre la expansión esperada en el suelo bajo la estructura de pavimento cuando el suelo se satura.
2. Dar indicación de la pérdida de resistencia debida a la saturación en el campo.

El ensayo de penetración se lleva a cabo en una máquina de compresión utilizando una velocidad de deformación unitaria de 1.27 mm/min. Se toman lecturas de carga versus penetración cada 0.64 mm de penetración hasta llegar a un valor de 5.0 mm a partir del cual se toman lecturas con velocidades de penetración de 2.5 mm/min hasta obtener una penetración total de 12.7 mm.

El valor del CBR se utiliza para establecer una relación entre el comportamiento de los suelos, principalmente con fines de utilización como base y subrasante bajo pavimentos de carreteras y aeropistas.



**Tabla N° 01:** Categorías de la Subrasante

Categorías de Subrasante	CBR
S <sub>0</sub> : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S <sub>2</sub> : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

*Fuente: Manual de Carreteras MTC*

#### **2.1.4 PAVIMENTO**

El pavimento es el usado para la construcción de vías de comunicación. Es la capa constituida por uno o más materiales que se colocan sobre el terreno natural o nivelado, para aumentar su resistencia y para la circulación de personas o vehículos.

Entre los materiales utilizados en la pavimentación urbana, rural, industrial o vial están en los suelos con mayor capacidad de soporte, los materiales rocosos, el hormigón y las mezclas asfálticas.

Básicamente existen dos tipos de pavimentos: rígidos (de concreto hidráulico) y flexibles (de asfaltos).

#### **2.1.5 PAVIMENTO FLEXIBLE**

Pavimentos flexibles se denominan los que la estructura total del pavimento se deflecta o flexiona, un pavimento flexible se adapta a las cargas. Este tipo de pavimentos son de amplio uso en zonas de tráfico.



La estructura de pavimento flexible está compuesta por varias capas de material. Cada capa recibe las cargas por encima de la capa, se extiende en ella, entonces pasa estas cargas a la siguiente capa inferior. Por lo tanto, la capa más abajo en la estructura del pavimento, recibe menos carga.

Con el fin de aprovechar al máximo esta propiedad, las capas son generalmente dispuestas en orden descendente de capacidad de carga, por lo tanto la capa superior será la que posee la mayor capacidad de carga de material (y la más cara) y la de más baja capacidad de carga de material (y más barata) ira en la parte inferior.

#### **2.1.6 DURACION DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE**

Para pavimentos flexibles, la estrategia de diseño seleccionado deberá presentar un mínimo inicial de duración de ocho años antes de que sea obligatoria la superposición de otra capa. En general la duración óptima debería estar diseñada para un período de 20 años.

Cuanto mayor sea el módulo que se añada a la capacidad estructural de las capas de pavimento. La carga se distribuye a lo largo de un área más amplia de la sub-base o suelo de apoyo.

#### **2.1.7 TRANSITO**

Determinación del número de aplicaciones de carga por eje simple equivalente, evaluando durante el periodo de diseño de proyecto.

Si el número de aplicaciones es mayor o igual a 104 ESALs se considera Tráfico Ligero.



Si el número de aplicaciones es mayor o igual a 104 ESALs y menor de 106 se considera como Tráfico Medio.

Si el número de aplicaciones es mayor a 106 se considera tráfico alto.

### 2.2.3.2 CONFIGURACION DE EJES

Eje es el conjunto de dos o más ruedas que transmiten el peso al camino.

- **Eje Delantero:** Eje que se encuentra en la parte el antera del vehículo.
- **Eje Central:** Eje que se encuentra en la parte central del vehículo.
- **Eje posterior:** Eje que se encuentra en la parte posterior del vehículo.
- **Eje retráctil:** Conjunto de dos o más ruedas que está provisto de un dispositivo mecánico, hidráulico o neumático que sirve para modificar el peso transmitido a la superficie de la vía pública y que puede elevar sus neumáticos para que ellos no toquen esta superficie.
- **Camión:** Vehículo autopulsado de carga, puede ser también utilizado para remolcar. Su diseño puede incluir una carrocería o estructura portante.
- **Tractor:** Vehículo autopulsado, diseñado para remolcar y soportar la carga que le transmite un

semirremolque a través de un acople adecuado para tal fin.

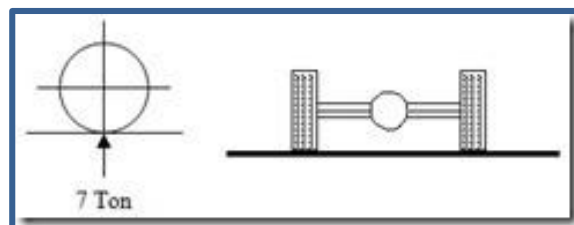
- **Remolque:** Vehículo no autopropulsado con eje(s) delantero(s) y posterior(es) cuyo peso total, incluyendo la carga, descansa sobre sus propios ejes y es remolcado por un camión o un tractor semirremolque.
- **Semirremolque:** Vehículo no autopropulsado con eje(s) delantero(s) y posterior(es) cuyo peso y carga se apoyan en el tractor que lo remolca (a quien le transmite carga parcialmente).

### 2.2.3.2 TIPOS DE EJES

#### A. EJE SIMPLE

Se denomina eje simple al elemento constituido por un solo eje no articulado a otro, puede ser: motriz o no, direccional o no, anterior, central o posterior.

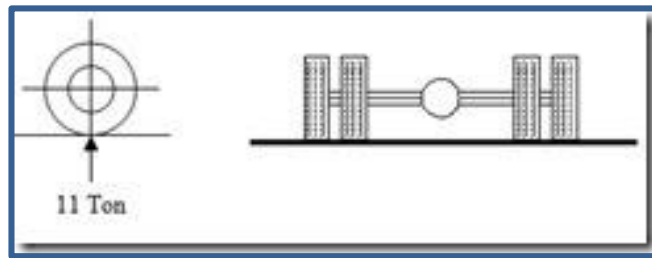
El peso máximo admisible para un eje simple de 2 neumáticos es de 7.000 Kg. (15 Kips).



**Figura N°05:** Eje simple 2 neumáticos.

*Fuente: Proyectos y Apuntes Teórico Prácticos Ingeniería Civil*

El peso máximo admisible para un eje simple de 4 neumáticos es de 11.000 Kg. (24 Kips).



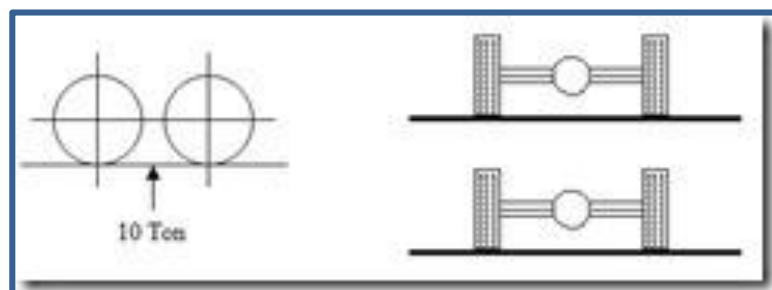
**Figura N°06:** Eje Simple de 4 neumáticos.

*Fuente: Proyectos y Apuntes Teórico Prácticos Ingeniería Civil*

## B. EJE TÁNDEM

Se denomina eje Tándem al elemento constituido por dos ejes articulados al vehículo por dispositivos comunes, separados por una distancia menor a 2,4 metros. Estos reparten la carga, en partes iguales, sobre los dos ejes. Los ejes de este tipo pueden ser motrices, portantes o combinados.

El peso máximo admisible para un eje tándem de 4 neumáticos es de 10.000 Kg. (22 Kips).

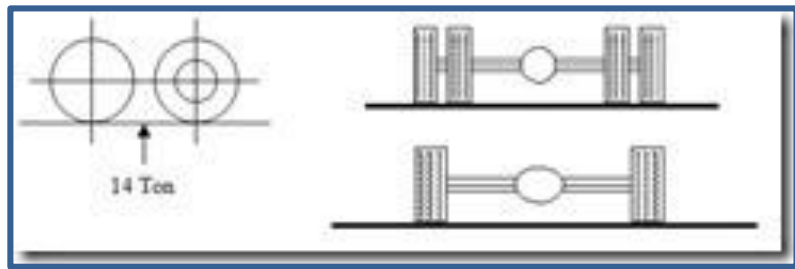


**Figura N°07:** Eje Tándem.

*Fuente: Proyectos y Apuntes Teórico Prácticos Ingeniería Civil*



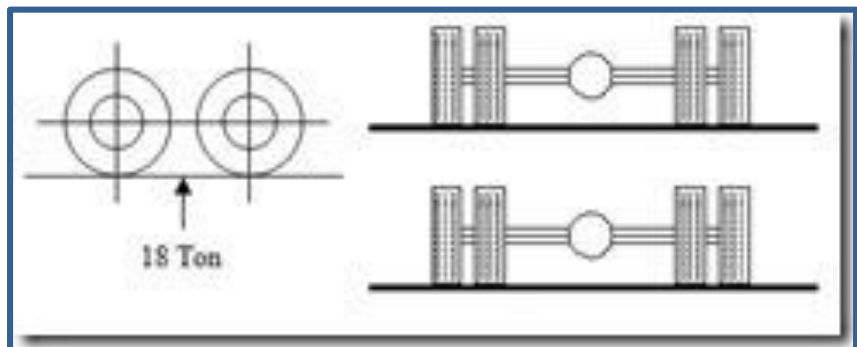
El peso máximo admisible para un eje tándem de 6 neumáticos es de 14.000 Kg. (31 Kips).



**Figura N°08:** Eje Tándem 6 neumáticos.

*Fuente: Proyectos y Apuntes Teórico Prácticos Ingeniería Civil*

El peso máximo admisible para un eje tándem de 8 neumáticos es de 18.000 Kg. (40 Kips).



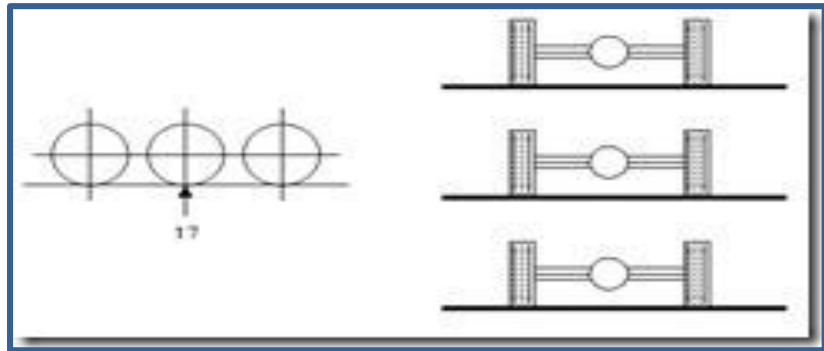
**Figura N°09:** Eje Tándem 8 neumáticos.

*Fuente: Proyectos y Apuntes Teórico Prácticos Ingeniería Civil*

### C. EJE TRIDEM

Se denomina eje Tridem al elemento constituido por tres ejes articulados al vehículo por dispositivos comunes, separados por distancias menores a 2,4 metros. Estos reparten la carga sobre los tres ejes. Los ejes de este tipo pueden ser motrices, portantes o combinados.

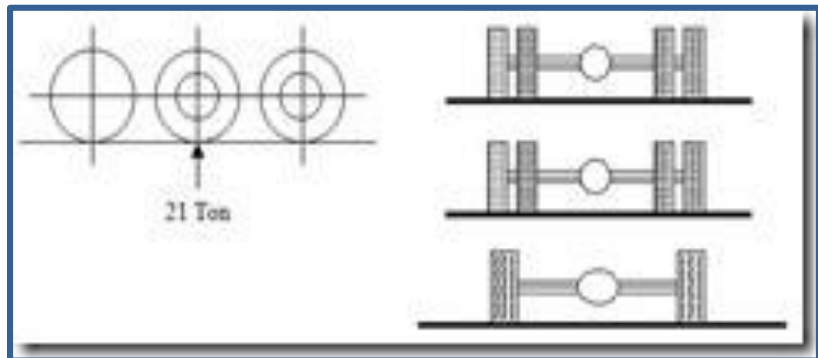
El peso máximo admisible para un eje tridem de 6 neumáticos es de 17.000 Kg. (37 Kips).



**Figura N°10:** Eje Tridem 6 neumáticos.

*Fuente: Proyectos y Apuntes Teórico Prácticos Ingeniería Civil*

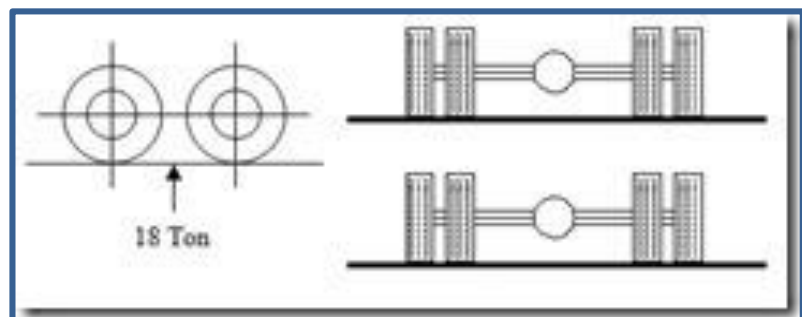
El peso máximo admisible para un eje tridem de 10 neumáticos es de 21.000 Kg. (46 Kips).



**Figura N°11:** Eje Tridem 10 neumáticos.

*Fuente: Proyectos y Apuntes Teórico Prácticos Ingeniería Civil*

El peso máximo admisible para un eje tridem de 12 neumáticos es de 25.000 Kg. (55 Kips).

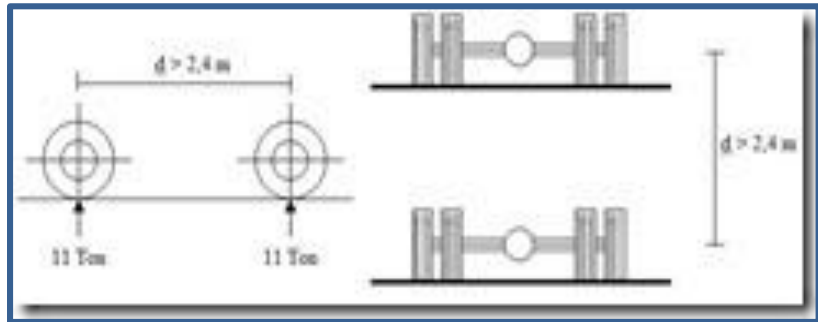


**Figura N°12:** Eje Tridem 12 neumáticos.

*Fuente: Proyectos y Apuntes Teórico Prácticos Ingeniería Civil*

## D. EJE DOBLE

Se denomina eje doble a una combinación de dos ejes separados por una distancia mayor de 2,4 metros. Para la determinación de su peso máximo admisible se considera como dos ejes simples (11 Ton. por eje).

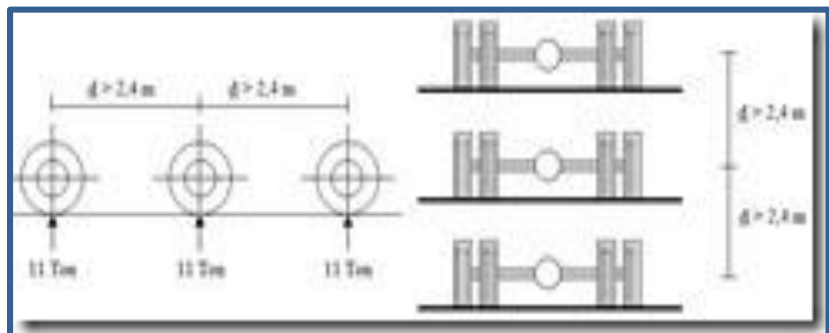


**Figura N°13:** Eje Doble.

*Fuente: Proyectos y Apuntes Teórico Prácticos Ingeniería Civil*

## E. EJE TRIPLE

Se denomina eje triple a una combinación de tres ejes separados por una distancia mayor de 2,4 metros. Para la determinación de su peso máximo admisible se considera como tres ejes simples (11 Ton. por eje).



**Figura N°14:** Eje Triple.

*Fuente: Proyectos y Apuntes Teórico Prácticos Ingeniería Civil*



También existen ejes triples formados por la combinación de 1 eje tándem y 1 eje simple. La distancia entre los ejes tándem es menor a 2,4 metros, y la distancia al eje simple es mayor a 2,4 metros. (11 Ton. para el eje simple y 18 Ton. para el eje tándem).

## **2.2 PROPIEDADES INDICE DE LOS SUELOS**

Las propiedades índices de los suelos son propiedades que ayudan en la identificación y clasificación de un suelo. Los principales índices de propiedad del suelo son: distribución del tamaño de partícula, límites de consistencia, contenido de humedad, gravedad específica, densidad in situ y la densidad relativa. Todas estas propiedades son generalmente determinadas en laboratorio y sus ensayos son los siguientes: análisis granulométrico, límites de Atterberg, equivalente de arena, contenido de humedad y gravedad específica.

De las propiedades anteriormente mencionadas definiremos las de interés para esta investigación:

### **2.2.1 DISTRIBUCION DEL TAMAÑO DE PARTICULAS**

Es la determinación de las proporciones de los diferentes tamaños de grano (Granulometría), debido que existen en la naturaleza suelos de diferente tamaño, forma y apariencia. Su ensayo es el análisis granulométrico y se emplea una serie normalizada de tamices (marcos rígidos con mallas con espaciamentos uniformes). Con el porcentaje de suelo retenido en cada tamiz se construye una gráfica semilogarítmica, en las ordenadas se coloca el porcentaje en

peso de la muestra retenida en los tamices y en las abscisas se coloca la abertura de cada tamiz.

Con el ensayo granulométrico se puede obtener el contenido de grava (%G), el contenido de arena (%S) y la cantidad de finos: limos y arcillas que pasan el tamiz 200 (%F).



**Figura N°15:** Ensayo Granulométrico.

*Fuente: Ensayo Laboratorio UNS.*

El porcentaje de grava influirá en el valor del CBR dependiendo de la forma de las partículas del agregado (lo cual no se registra). Mientras más angulosa sea la partícula, mayor trabazón tendrá, mayor su resistencia al corte y mayor será el valor de CBR siempre y cuando no haya otro factor de influya. Probablemente el origen mineralógico de la grava influya en el valor del CBR por su dureza. Unos agregados son más duros y esto favorecerá su resistencia y valor de CBR.

El porcentaje de arena influiría en algo en el valor del CBR. Los suelos con mayor contenido de arena presentan un comportamiento



más rígido y probablemente mayor resistencia. No obstante, una mayor cantidad de arena implica menor contenido de grava y de finos, lo que daría como resultado menor CBR. Ya desde aquí se puede decir que el contenido de arena analizado de manera individual no será determinante para predecir el CBR.

El porcentaje de finos dará mayor resistencia y estabilidad al suelo. Estos parámetros se verán reflejados en los límites de consistencia quienes a su vez, se ven reflejados en el contenido de humedad, relación de vacíos o presión intersticial de un suelo que influye en su resistencia al corte y en consecuencia al valor del CBR.

Según lo comentado, de estos tres parámetros al parecer el que más influirá en el CBR es el contenido de grava ya que como lo mencionamos en el concepto el CBR patrón se estableció teniendo como consideración la piedra triturada. Entonces esto puede indicar que a mayor cantidad de grava mayor será el CBR obtenido.

### **2.2.2 LIMITES DE CONSISTENCIA**

La consistencia de un suelo es la relativa facilidad con la que un suelo se puede deformar. Atterberg, un agricultor sueco, observó en 1911 cuatro estados de consistencia: estado líquido, plástico, sólido y semisólido. Los límites de consistencia son útiles en ingeniería para poder clasificar un suelo debido a que el comportamiento de un suelo se ve influenciado por la presencia de agua y esto se acentúa cuanto menor es el tamaño de las partículas que componen dicho suelo. Los ensayos para tener estos resultados son: los Límites de

Atterberg y el Equivalente de Arena, siendo el primero más preciso que el segundo.

### 2.2.3.2 LIMITE LÍQUIDO

Contenido de humedad con el cuál el suelo deja de ser líquido y pasa a plástico (Whitlow, 1989). El LL se determina mediante el método de la cuchara de Casagrande siguiendo lo establecido en la NTP 339. 129. (Ver figura 16) El cual consiste en una dejar caer una copa metálica sobre una superficie dura de características específicas.



**Figura N°16:** Ensayo de Casagrande para determinar el Límite Líquido.

*Fuente: Ensayo Laboratorio UNS.*

### 2.2.3.2 LIMITE PLASTICO

Contenido de humedad con el cual el suelo deja de ser plástico y se convierte en semiplástico, mediante el método descrito por la NTP 339.129. (Ver figura 17)

Dado que ambos son contenidos de humedad, probablemente mientras mayor sea, menor será el CBR debido a que un estado plástico o líquido no representa resistencia.



**Figura N°17:** Límite plástico. Límite de plasticidad. Civil Labs. (2010).

*Fuente: Equivalente de arena. G y S Nuestros Servicios (2010).*

### 2.2.3.2 INDICE DE PLASTICIDAD

Es el intervalo de humedad en el estado plástico. Se determina por la diferencia entre LL y LP. (Whitlow, 1989)

**El ensayo de Equivalente de Arena** nos permite una rápida determinación del contenido de finos de un suelo, dándonos además una idea de su plasticidad. El método se describe en la NTP. 339.146. (Ver figura 18)





**Figura N°18:** Ensayo de equivalente de arena.

*Fuente: Equivalente de arena. G y S Nuestros Servicios (2010).*

### 2.2.3 PROPIEDADES DE COMPACTACION

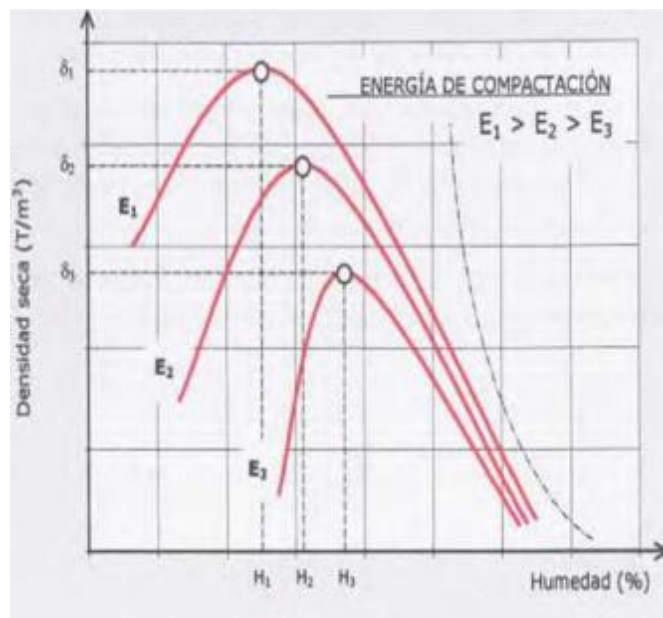
La compacidad de un suelo es una propiedad importante, al estar directamente relacionada con la resistencia, capacidad de deformación y estabilidad. En pavimentos, un suelo debe quedar lo más consolidado posible para evitar asientos causantes de variaciones en la rasante y alabeo de la capa de rodadura durante el uso de la vía. Cuanto más compacto esté un suelo, más difícil será volverlo a compactar.

La humedad juega un papel decisivo. Mientras que un suelo seco necesita una determinada energía de compactación para vencer los rozamientos internos entre sus partículas, el mismo suelo ligeramente húmedo precisará un menor esfuerzo, ya que el agua se comporta como un agente lubricante formando una película alrededor de los granos y disminuyendo la fricción entre ellos.

Si se sigue añadiendo agua al suelo, llegará un momento en el que ésta haya ocupado la totalidad de los huecos del mismo. Este hecho

acarreará un aumento de volumen dado la incompresibilidad del líquido elemento y una mayor dificultad para evacuarlo del suelo, por lo que su compacidad disminuirá. Entonces existe una humedad óptima con la que se obtenga una compacidad máxima, para una misma energía de compactación (Bañón, 1999).

En una gráfica humedad - densidad (Figura 19) para un mismo suelo pero con distintas energía de compactación, el punto de humedad óptima varía en función de la energía que se haya aplicado y la humedad óptima es menor, mientras menor sea la energía de compactación. Para humedades mayores que la óptima, el aumento de la densidad conseguido con un apisonado más enérgico es mucho menor que el obtenido con humedades bajas. Se concluye que en terrenos secos, una consolidación enérgica puede ser más eficaz.



**Figura N°19:** Influencia de la energía de compactación

Fuente: *Propiedades de los suelos y su determinación. Compacidad del suelo*, Bañón, L. (1999).

Dentro de los ensayos de compactación están: el Proctor normal o estándar y el Proctor modificado.

El ensayo de Proctor (Figura 20) toma su nombre en honor al ingeniero estadounidense Ralph Proctor y su fin es la determinación de la humedad óptima de compactación de una muestra de suelo. La diferencia única entre usar el Proctor normal y el Proctor modificado, con energía de compactación 4.5 veces mayor el modificado que el normal, es la necesidad de utilizar en campo maquinaria más pesada durante la construcción dado el aumento de la carga por eje experimentado por los vehículos.



**Figura N°20:** Ensayo de Proctor.

*Fuente: Ensayos de Laboratorio. Geocimientos S.A (2012).*



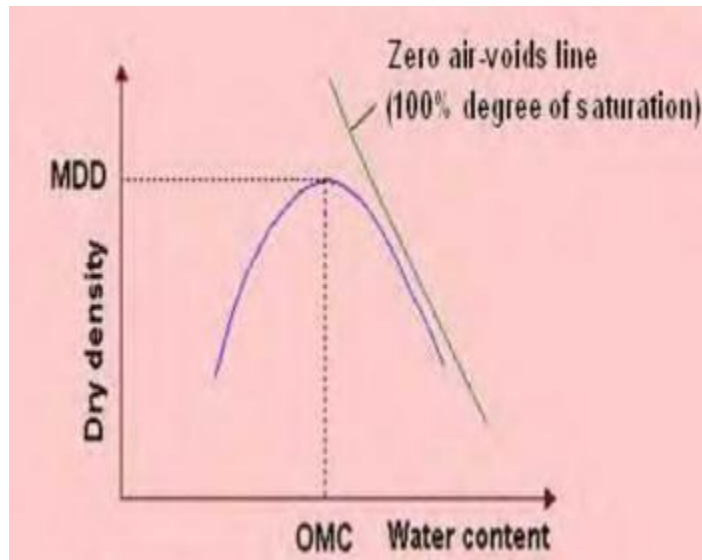
---

### 2.2.3.1. CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD

Es el contenido de humedad con el que se obtiene la máxima densidad seca para una determinada energía de compactación. (Whitlow, 1989)

La influencia de este parámetro con el CBR, se debe a que el grado de saturación hará cambiar la resistencia del suelo produciendo diferentes valores de CBR para un mismo suelo. Depende del grado de succión que éste tenga. Un suelo seco tendrá mayor resistencia que el mismo con un mayor contenido de humedad. Según la norma ASTM D 1883 07 cuando el ensayo se hace con inmersión (saturado 4 días) se debe sacar el espécimen del agua dejándolo escurrir por 15 minutos antes del ensayo. Durante esa fase el grado de saturación del suelo puede cambiar, la succión del suelo aumentar, generándose diferentes valores de CBR para un mismo suelo.

En la figura 21 se puede observar la gráfica curva cóncava hacia abajo donde el par ordenado máximo representa al OMC, MDD.



**Figura N°21:** Contenido máximo de humedad vs Máxima densidad seca.

*Fuente: Dry Density-Water Content Relationship (s/f).*

#### 2.2.3.2. MAXIMA DENSIDAD SECA

Es la máxima densidad para un esfuerzo de compactación específico obtenido ensayando el material con varios contenidos de humedad. (Whitlow, 1989)

La influencia de este parámetro con el CBR, puede deberse a que mientras más denso sea un suelo (granular) habrá más contacto entre sus partículas, lo que genera mayor resistencia del suelo y por ende mayor valor del CBR. Según Sánchez (2010), para un mismo grado de saturación (contenido de humedad) y carga constante, el CBR aumenta a medida que aumenta la máxima densidad seca



---

## 2.3 MÉTODO DE LA AASHTO PARA EL DISEÑO DE LA SECCIÓN ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS

### 2.3.1 RESEÑA HISTORICA

A lo largo del tiempo el diseño de pavimento flexible según el método de la AASHTO ha sufrido constantes modificaciones, según las nuevas condiciones en las que trataban al pavimento asfáltico, Los primeros métodos de Diseño de Pavimentos se remontan a tiempos anteriores a la década del 20. En ese tiempo los diseños se hacían en base a la experiencia y al sentido común del proyectista, por lo que eran métodos poco confiables.

Este método está desarrollado en la publicación AASHTO “Guide for Design of Pavement Structures”. En la guía se incluye el diseño para pavimentos flexibles y de concreto. Esta primera guía fue editada en 1962, fue evaluada y revisada en 1972 y 1981. Entre 1984 y 1985, el Subcomité en Diseño de Pavimentos y consultores revisaron la guía en vigencia, dando como resultado nacimiento de la “AASHTO” (1986) con muchas variaciones con respecto a las versiones anteriores. En 1993 se publica una nueva versión de la guía, pero sin cambios en lo que concierne el diseño de pavimentos rígidos.

En el año 2004, después de varios años de investigación en los Estados Unidos como parte del proyecto NCHRP 1-37<sup>a</sup> “Development for the 2002 Guide for Design of New and Rehabilitated Pavement Structures” fueron publicados inicialmente manuales y reportes (habiendo sido revisados y mejorados antes de ser utilizados con fines prácticos) y en el 2008, AASHTO publicó un



manual del MEPDG, La Nueva Guía de Diseño de Pavimentos Mecanístico-Empírico (Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide - MEPDG) para el uso práctico en el diseño de pavimentos. Utilizando el MEPDG, las alternativas de las estructuras de pavimento son evaluadas para verificar su desempeño a lo largo de su vida en servicio. Los modelos de comportamiento son basados en las propiedades de los materiales para evaluar la probabilidad de falla.

Como podemos ver a lo largo de la historia la AASHTO ha ido modificando su método de diseño, y en nuestro país este último método está en una etapa de adaptación y es por ello que actualmente se utiliza el método AASHTO 93.

### **2.3.2 COMPORTAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS**

El comportamiento de un pavimento puede definirse como la capacidad estructural medible a lo largo de su periodo de diseño.

La capacidad funcional comprende:

- Calidad aceptable de rodadura.
- Adecuada fricción superficial.
- Geometría apropiada para seguridad.
- Aspecto Estético.
- La capacidad estructural del pavimento implica soportar las cargas impuestas por el tránsito y las condiciones ambientales.
- La Capacidad Estructural y funcional está íntimamente relacionadas. En efecto un deterioro estructural de un



pavimento se manifiesta por una disminución de su capacidad funcional ya que hay un incremento en rugosidad, ruido, y aun riesgo para los vehículos y ocupantes que lo transiten. No obstante hay otros tipos de fallas estructurales que pueden progresar sin que los usuarios lo noten hasta etapas muy avanzadas. También puede haber pérdida de capacidad estructural.

### 2.3.3 MÉTODO DE DISEÑO

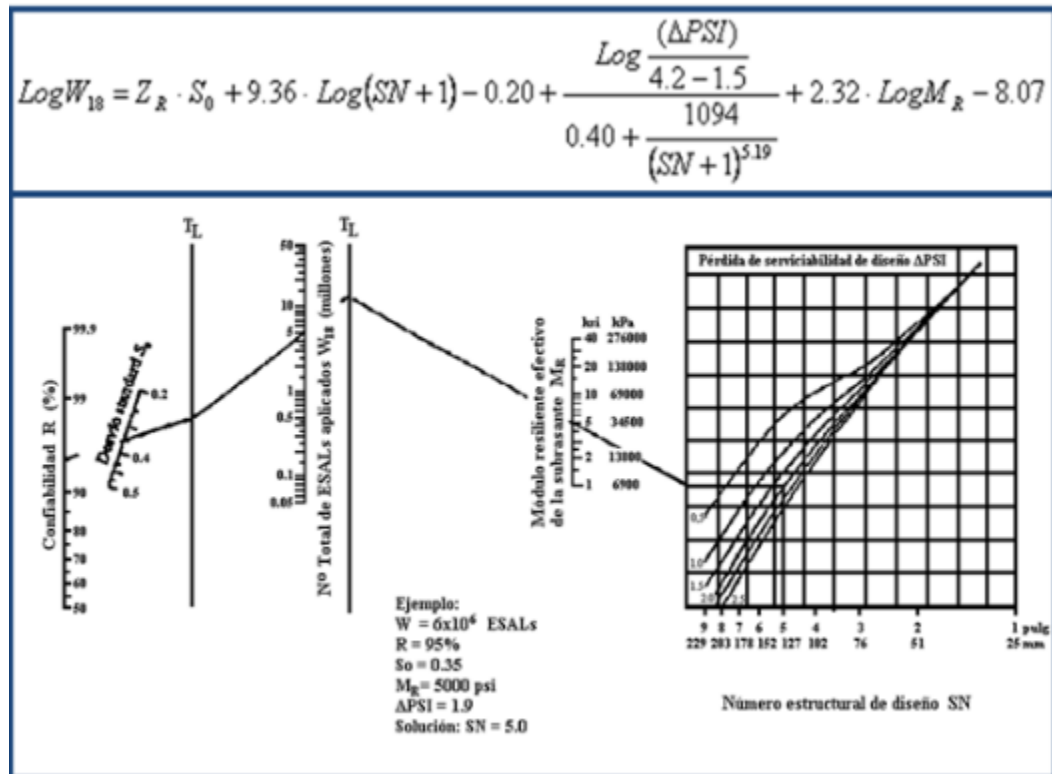
El diseño del pavimento, utilizando el Método AASHTO, basado en las ecuaciones originales de la AASHO actualmente AASHTO Road Test, datan de 1961, producto de las pruebas en Ottawa, Illinois, con tramos a escala natural y para todo tipo de pavimentos. La versión de 1986 y la de 1993(GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURE 1993); así como la del 2008 se han modificado para incluir factores o parámetros de diseño que no habían sido considerados y que son producto de la experiencia adquirida por ese organismo entre el método original y su versión más moderna.

Para este informe de investigación se ha va a utilizar el Método AASHTO, versión 1993 (GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURE 1993). El cual consiste en determinar el Número Estructural (SN) para el pavimento flexible que pueda soportar el nivel de carga solicitado, en función del Módulo Resiliente de la subrasante ( $M_r$ ), número de ejes standard anticipado ( $W_{18}$ ),



Confiabilidad (R%), Desviación Standard total (S0), pérdida de serviciabilidad ( $\Delta$  PSI) e índices estructurales del pavimento.

Los valores del número estructural se determinan mediante la aplicación de la ecuación de diseño indicada en la Grafica N° 22 del método de diseño.



**Figura N°22:** Valores Del Número Estructural.

Fuente: AASHTO, *Guide for Design of Pavement Structures*, 1993.

Antes de entrar en la descripción detallada interesa presentar los conceptos básicos del método AASHTO de dimensionamiento de firmes.

### 2.3.3.1 TRANSITO

Las cargas de los vehículos son transmitidas al pavimento mediante dispositivos de apoyo multiruedas para determinar la carga total sobre una superficie mayor, con



el fin de reducir las tensiones y deformaciones que se producen al interior de la superestructura.

El tráfico es uno de los parámetros más importantes para el diseño de pavimentos. Para obtener este dato es necesario determinar el número de repeticiones de cada tipo de eje durante el periodo de diseño, a partir de un tráfico inicial medido en el campo a través de aforos. El número y composición de los ejes se determina a partir de la siguiente información:

- Periodo de diseño.
- Distribución de ejes solicitantes en cada rango de Cargas.
- Tránsito medio diario anual de todos los vehículos TMDA o TPDA.
- Tasas de crecimiento anuales de cada tipo de vehículo.
- Sentido del tráfico.
- Número de carriles por sentido de tráfico.
- Porcentaje del tránsito sobre el carril más solicitado.
- Índice de serviciabilidad.
- Factores de equivalencia de carga.

Para el cálculo del tránsito, el método contempla los ejes equivalentes sencillos de 18,000 lb (8.2 ton) acumulados durante el período de diseño, por lo que no ha habido grandes cambios con respecto a la metodología original



de AASHTO. La ecuación siguiente puede ser usada para calcular el parámetro del tránsito  $W_{18}$  en el carril de diseño.

$$W_{18} = D_D * D_L * w_{18}$$

Dónde:

**$W_{18}$**  = Tránsito acumulado en el primer año, en ejes equivalentes sencillos de 8.2 ton, en el carril de diseño.

**$DD$**  = Factor de distribución direccional; se recomienda 50% para la mayoría de las carreteras, pudiendo variar de 0.3 a 0.7, dependiendo de en qué dirección va el tránsito con mayor porcentaje de vehículos pesados.

**$w_{18}$**  = Ejes equivalentes acumulados en ambas direcciones.

**$DL$**  = Factor de distribución por carril, cuando se tengan dos o más carriles por sentido.

#### 2.3.3.1.1 TRÁNSITO MEDIO DIARIO ANUAL

El TMDA representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios de tránsito aforados durante un año, en forma diferenciada para cada tipo de vehículo.

### 2.3.3.1.2 TASA DE CRECIMIENTO

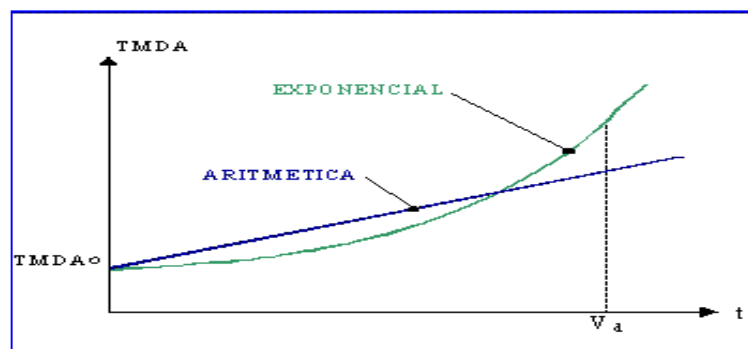
Representa el crecimiento promedio anual del TMDA. Generalmente las tasas de crecimiento son diferentes para cada tipo de vehículo.

### 2.3.3.1.3 PROYECCION DEL TRÁNSITO

El tránsito puede proyectarse en el tiempo en forma aritmética con un crecimiento constante o exponencial mediante incrementos anuales.

### 2.3.3.1.4 MODELOS DE CRECIMIENTO

En la Figura N° 23, se observa que la proyección aritmética supone un crecimiento más rápido en el corto plazo y se subestima el tránsito en el largo plazo. En base a las estadísticas es conveniente definir que curva se ajusta mejor al tránsito generado por una carretera.



**Figura N°23:** Modelos De Crecimiento Del Tránsito.

*Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.*



### 2.3.3.1.5 FACTOR DE CRECIMIENTO

Una forma sencilla de encontrar el factor de crecimiento es adoptar una tasa de crecimiento anual y utilizar el promedio del tráfico al principio y al final del periodo diseño. La AASHTO recomienda calcular el factor de crecimiento para el tráfico de todo el periodo de diseño:

$$FC = \frac{(1+r)^P - 1}{r}$$

Donde:

r = tasa de crecimiento anual en decimales

P = periodo de diseño en años.

Los valores del factor de crecimiento para diferentes tasas anuales y periodos de diseño se muestran en la tabla siguiente, de acuerdo al criterio de la AASHTO:



**Tabla N°02:** Modelos De Crecimiento Del  
Tránsito.

Periodo de diseño, años (n)	Tasa de crecimiento anual, gen porcentaje							
	Sin Crecimiento	2	4	5	6	7	8	10
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	2.0	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.0	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.0	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.0	5.20	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.0	6.31	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.0	7.43	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.0	8.58	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.0	9.75	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.0	10.95	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.0	12.17	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.0	13.41	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.0	14.68	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.0	15.97	18.29	19.18	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.0	17.29	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.0	18.64	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.0	20.01	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.0	21.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.0	22.84	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.0	24.30	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28
25	25.0	32.03	41.65	47.73	54.86	63.25	73.11	98.35
30	30.0	40.57	56.08	66.44	79.06	94.46	113.28	164.49
35	35.0	49.99	73.65	90.32	111.43	138.24	172.32	271.02

Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures 1993

Fuente: Metodologías De Diseño De Pavimentos  
Flexibles: Tendencia, alcances y limitaciones.

Donde  $r = \text{tasa}/100$  y no debe ser nula. Si ésta es nula, el factor es igual al período de análisis.

### 2.3.3.1.6 DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL

A menos que existan consideraciones especiales, se considera una distribución del 50% del tránsito para cada dirección. En algunos casos puede variar de 0,3 a 0,7 dependiendo de la dirección que acumula mayor porcentaje de vehículos cargados.



### 2.3.3.1.7 FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR CARRIL

En una carretera de dos carriles, uno en cada dirección, el carril de diseño es uno de ellos, por lo tanto el factor de distribución por carril es 100%. Para autopistas multicarriles el carril de diseño es el carril exterior y el factor de distribución depende del número de carriles en cada dirección que tenga la autopista. En la tabla siguiente se muestran los valores utilizados por la AASHTO.

**Tabla N°03:** Factor de Distribución Por Carril.

No. carriles en cada dirección	Porcentaje de ejes simples equivalentes de 18 kips en el carril de diseño ( $F_c$ )
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4 ó más	50 – 75

*Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.*

### 2.3.3.1.8 TRÁNSITO EQUIVALENTE

Los resultados obtenidos por la AASHTO en sus tramos de prueba mostraron que el daño que producen distintas configuraciones de ejes y cargas, puede representarse por un número equivalente de pasadas de un eje simple patrón de rueda doble de 18 kips (80 KN u 8,2 Ton.) que producirá un daño similar a toda la composición del tráfico.



### 2.3.3.1.9 FACTORES EQUIVALENTES DE CARGA (LEF)

La conversión del tráfico a un número de ESAL's de 18 kips (Equivalent Single Axis Loads) se realiza utilizando factores equivalentes de carga LEFs (Load Equivalent Factor). Estos factores fueron determinados por la AASHTO en sus tramos de prueba, donde pavimentos similares se sometieron a diferentes configuraciones de ejes y cargas, para analizar el daño producido y la relación existente entre estas configuraciones y cargas a través del daño que producen. El factor equivalente de carga LEF es un valor numérico que expresa la relación entre la pérdida de serviciabilidad ocasionada por una determinada carga de un tipo de eje y la producida por el eje patrón de 18 kips.

$$\text{LEF} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de ESALs de 18kips que producen una pérdida de serviciabilidad } \Delta\text{PSI}}{\text{N}^{\circ} \text{ de ejes de X kips que producen la misma pérdida de serviciabilidad}}$$

Los factores equivalentes de carga de la AASHTO están tabulados en función de cuatro parámetros: tipo de eje (simple, tandem, tridem), índice de serviciabilidad final (2, 2,5 y 3), carga por eje, y número estructural SN del pavimento (de 1 a 6”).





### 2.3.3.1.10 FACTOR DE CAMIÓN

Para expresar el daño que produce el tráfico, en términos del deterioro que produce un vehículo en particular, hay que considerar la suma de los daños producidos por cada eje de ese tipo de vehículo. De este criterio nace el concepto de Factor de Camión, que se define como el número de ESAL's por número de vehículo. Este factor puede ser calculado para cada tipo de camiones, o para todos los vehículos como un promedio de una determinada configuración de tráfico.

$$\text{Factor de Camión} = TF = \frac{\text{N}^\circ \text{ ESALs}}{\text{N}^\circ \text{ de camiones}}$$

Se ha demostrado que el eje delantero tiene una mínima influencia en el daño producido en el pavimento, por ejemplo en el ahuellamiento, la fisuración y la pérdida de serviciabilidad su participación varía de 0,13 al 2,1 %. Por esta razón el eje delantero no está incluido en los factores de equivalencia de carga, lo cual no afecta a la exactitud del cálculo.

### 2.3.3.1.11 PERIODO DE DISEÑO

Se define como el tiempo elegido al iniciar el diseño, para el cual se determinan las características del pavimento, evaluando su



comportamiento para distintas alternativas a largo plazo, con el fin de satisfacer las exigencias del servicio durante el periodo de diseño elegido, a un costo razonable. Generalmente el periodo de diseño será mayor al de la vida útil del pavimento, porque incluye en el análisis al menos una rehabilitación o recrecimiento, por lo tanto éste será superior a 20 años. Los periodos de diseño recomendados por la AASHTO se muestran en la Tabla N° 04.

**Tabla N°04:** Periodos de Diseño en Función del Tipo Carretera.

Tipo de Carretera	Periodo de Diseño (Años)
Urbana de tránsito elevado	30 - 50
Interurbana de tránsito elevado	20 - 50
Pavimentada de baja intensidad de tránsito	15 - 25
De baja intensidad de tránsito, pavimentación con grava	10 - 20

*Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.*

### 2.3.3.2 CONFIABILIDAD “R”

El nivel de confianza o Confiabilidad “R” es uno de los parámetros importantes introducidos por la AASHTO al diseño de pavimentos, porque establece un criterio que está relacionado con el desempeño del pavimento frente a las solicitaciones exteriores. La confiabilidad se define como la probabilidad de que el pavimento diseñado se comporte de manera satisfactoria durante toda su vida de proyecto, bajo las solicitaciones de carga e intemperismo,



o la probabilidad de que los problemas de deformación y fallas estén por debajo de los niveles permisibles.

En otras palabras con este parámetro, se trata de llegar a cierto grado de certeza en el método de diseño, para asegurar que las diversas alternativas de la sección estructural que se obtengan, durarán como mínimo el período de diseño. Para elegir el valor de este parámetro se considera la importancia del camino, la confiabilidad de la resistencia de cada una de las capas y el tránsito de diseño pronosticado.

**Tabla N° 05:** Valores Del Nivel De Confianza De Acuerdo Al Tipo De camino.

Tipo de camino	Zonas urbanas	Zonas rurales
Autopistas	85 – 99.9	80 – 99.9
Carreteras de primer orden	80 – 99	75 – 95
Carreteras secundarias	80 – 95	75 – 95
Caminos vecinales	50 – 80	50 – 80

*Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.*

### 2.3.3.3 DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL “Zr”

Este parámetro está ligado directamente con la Confiabilidad (R), descrita en el ítem 2. La esquematización del comportamiento real del pavimento y la curva de diseño propuesta por la AASHTO tienen la misma forma pero no coinciden. La falta de coincidencia se debe a los errores asociados a la ecuación de comportamiento propuesta y a la dispersión de la



información utilizada en el dimensionamiento del pavimento. Por esta razón la AASHTO adoptó un enfoque regresional para ajustar estas dos curvas. De esta forma los errores se representan mediante una desviación estándar  $S_o$ , para compatibilizar los dos comportamientos. El factor de ajuste entre las dos curvas se define como el producto de la desviación normal  $Z_R$ , por la desviación estándar  $S_o$ . Los factores de desviación normal  $Z_R$  se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla N° 06:** Factores de Desviación Normal.

Confiabilidad	$Z_R$	Confiabilidad	$Z_R$
50	0	92	-1,405
60	-0,253	94	-1,555
70	-0,524	95	-1,645
75	-0,674	96	-1,751
80	-0,841	97	-1,881
85	-1,037	98	-2,054
90	-1,282	99	-2,327

*Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.*

Si la construcción se va a realizar por etapas, la vida útil ha de ser menor al periodo de análisis (vida útil < periodo de análisis), en este caso se deben considerar las confiabilidades de todo el periodo de diseño, de donde resulta que:

$$R_{etapa} = (R_{total})^{1/n}$$

Dónde:



n = número de etapas prevista

#### 2.3.3.4 DESVIACIÓN ESTÁNDAR TOTAL “So”

Una vez elegido un nivel de confianza y obtenidos los resultados del diseño, éstos deberán ser corregidos por dos tipos de incertidumbre: la confiabilidad de los parámetros de entrada, y de las propias ecuaciones de diseño basadas en los tramos de prueba. Para este fin, se considera un factor de corrección que representa la desviación estándar, de manera reducida y simple, este factor evalúa los datos dispersos que configuran la curva real de comportamiento del pavimento. La desviación estándar global es la desviación de la población de valores obtenidos por AASHTO que involucra la variabilidad inherente a los materiales y a su proceso constructivo. En este paso deberá seleccionarse un valor So “Desviación Estándar Global”, representativo de condiciones locales particulares, que considera posibles variaciones en el comportamiento del pavimento y en la predicción del tránsito. El rango de desviación estándar sugerido por AASHTO se encuentra entre los siguientes valores:

$$0,40 \leq So \leq 0,50 \quad (So = \text{desviación estándar})$$

En la tabla 7, se muestran valores para la desviación estándar.



**Tabla N° 07:** Valores para la Desviación Estándar.

CONDICIÓN DE DISEÑO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S0)	
	Pav. rígido	Pav. flexible
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito.	<b>0.3</b>	<b>0.4</b>
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito.	<b>0.45</b>	<b>0.5</b>
	Recomendado	<b>0.45</b>

*Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.*

### 2.3.3.5 PÉRDIDA O DIFERENCIA ENTRE ÍNDICES DE SERVICIABILIDAD INICIAL Y TERMINAL

Se define el Índice de Serviabilidad como la condición necesaria de un pavimento para proveer a los usuarios un manejo seguro y confortable en un determinado momento.

La disminución del índice de servicio, representa una pérdida gradual de la calidad de servicio de la carretera, originada por el deterioro del pavimento. Inicialmente se cuantificó la serviabilidad a través de la opinión de los conductores, en otras palabras, un pavimento en perfecto estado se le asigna un valor de serviabilidad inicial que depende del diseño de pavimento y de la calidad de la construcción, de 5 ( perfecto); y un pavimento en franco deterioro o con índice de Serviabilidad final que depende de la categoría del camino y se adopta en base



a esto y al criterio del proyectista, con un valor de 0 (pésimas condiciones) a la diferencia entre estos valores se les conoce como la pérdida de Serviciabilidad o sea el índice de Serviciabilidad presente.

**Tabla N° 08:** Valores Para El Índice De Serviciabilidad.

Índice de Serviciabilidad ( <i>PSI</i> )	Calificación
5 – 4	Muy buena
4 – 3	Buena
3 – 2	Regular
2 – 1	Mala
1 – 0	Muy mala

*Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.*

Actualmente, El cambio o pérdida en la calidad de servicio que la carretera proporciona al usuario, se define en el método con la siguiente ecuación:

$$\Delta PSI = p_o - p_t$$

Donde:

**PSI** = Índice de Servicio Presente

$\Delta$ **PSI** = Diferencia entre los índices de servicio inicial u Original y el final o terminal deseado.

**po** = Índice de servicio inicial

**Pt** = Índice de servicio terminal



### 2.3.3.5.1 ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL

(Po)

Se establece como la condición original del pavimento inmediatamente después de su construcción o rehabilitación. El índice de Serviabilidad inicial se basa en función directa del diseño de la estructura de pavimento y de la calidad con que se construye la carretera. AASHTO'93 estableció (si no se tiene información disponible para diseño) los siguientes valores:

**Tabla N° 09:** Valores Para El Índice De Serviabilidad Inicial.

<b>Índice De Serviabilidad Inicial (po)</b>	
Tipo De Pavimento	Valor Inicial Deseable (Po)
Pavimentos Rígidos	<b>4,5</b>
Pavimentos Flexibles	<b>4,2</b>

*Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.*

### 2.3.3.5.2 ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pt)

Se establece como la condición de la superficie del pavimento que no cumple con las expectativas de comodidad y seguridad exigidas por el usuario, representa al valor más bajo capaz de ser tolerado por el pavimento, antes de que sea necesario rehabilitar mediante un refuerzo o reconstrucción del pavimento. Este índice (pt) está en función de la categoría del





camino (el valor asumido depende de la importancia de la carretera), y del criterio del proyectista, los valores que se recomiendan por experiencia son:

**Tabla N° 10:** Valores Para El Índice De  
Serviciabilidad Final.

Índice De Serviciabilidad final(pt)		
Tipo de carretera	Tipo de transito	Valor final (Pt)
Principales	Transito mayor	2,5 o mas
Secundarias	Transito menor	2,0

*Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.*

#### 2.3.3.6 MODULO DE RESILIENCIA

Es una medida de la propiedad elástica del suelo, reconociéndole ciertas características no lineales. El módulo resiliente es un parámetro que se utiliza para comprobar el estado de una capa de firme. Nos da una idea de la calidad de la capa y de la durabilidad, ya que se obtiene al aplicar cargas cíclicas, lo cual origina un estado tensional similar al de servicio. El módulo de Resiliencia se puede usar directamente en el diseño de pavimentos flexibles.

Este ensayo fue desarrollado a los efectos de estudiar una propiedad del material que describa mejor el comportamiento del suelo bajo cargas dinámicas de ruedas. Una rueda que se mueve imparte un pulso dinámico a todas las capas de pavimento y a la



Subrasante. Como respuesta a este pulso dinámico, cada capa de pavimento sufre una deflexión. El pulso solicitante varía desde un valor muy bajo hasta un máximo en un breve periodo en función de la velocidad del vehículo. Este no es un ensayo a rotura y las muestras no fallan durante la ejecución del mismo, el ensayo provee una indicación del comportamiento del material bajo cargas repetidas. A medida que el material está sujeto a la acción de la carga, se deforma y recupera cuando se quita la carga, sin embargo, el material nunca se recupera a su forma original y alguna deformación permanente ocurre. Esta deformación se denomina plástica, mientras que la deformación recuperable es la deformación resiliente. La magnitud relativa de las deformaciones plástica y resiliente influyen el comportamiento del material.

Las muestras son cilíndricas y se confinan en una cámara triaxial que permite una gran variedad de presiones de confinamiento a aplicar a la probeta. Mediante un dispositivo especial se puede aplicar cargas pulsantes de distinta magnitud y duración. En el ensayo se registra la deformación sufrida por la probeta.

En el ensayo se registra:

- La carga aplicada mediante una célula de carga electrónica.

- La presión de confinamiento mediante el medidor de presiones.
- La deformación que sufre la probeta.

Para suelos finos interesa conocer la tensión desviante

$$\sigma_d = \sigma_1 - \sigma_3$$

Para los suelos granulares la tensión volumétrica

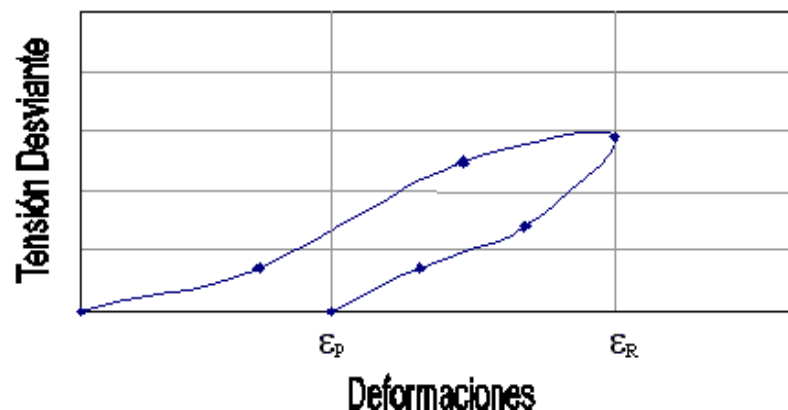
$$\theta_3 = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3$$

Las cargas dinámicas repetidas producen en la probeta una deformación vertical, que tiene dos componentes:

$\epsilon_P$  = Deformación permanente, que no se recupera cuando cesa la carga.

$\epsilon_R$  = Deformación Resiliente, que es recuperable cuando deja de actuar la carga

La relación entre las deformaciones verticales y la carga desviante se muestra en la figura siguiente:



**Figura N°24:** Relación Entre Deformación Vertical Y Carga Desviante.

*Fuente: Metodologías De Diseño De Pavimentos Flexibles: Tendencias, Alcances Y Limitaciones*



Para determinar el módulo resiliente se registra toda la deformación axial de la probeta a lo largo del ensayo y se calcula con la siguiente expresión:

$$MR = \sigma_d / \epsilon_R$$

$\epsilon_R$  tiene la misma definición del módulo de Young, aplicada a solicitaciones transilientes de corta duración.

Para el diseño de pavimentos flexibles deben utilizarse valores medios resultantes de los ensayos de laboratorio, las diferencias que se puedan presentar están consideradas en el nivel de confiabilidad R. Durante el año se presentan variaciones en el contenido de humedad de la Subrasante, las cuales producen alteraciones en la resistencia del suelo, para evaluar esta situación es necesario establecer los cambios que produce la humedad en el módulo Resiliente. Con este fin se obtienen módulos resilientes para diferentes contenidos de humedad que simulen las condiciones que se presentan en el transcurso del año, en base a los resultados se divide el año en periodos en los cuales el MR es constante. Para cada valor de MR se determina el valor del daño relativo, utilizando el ábaco de la Figura N° 25.

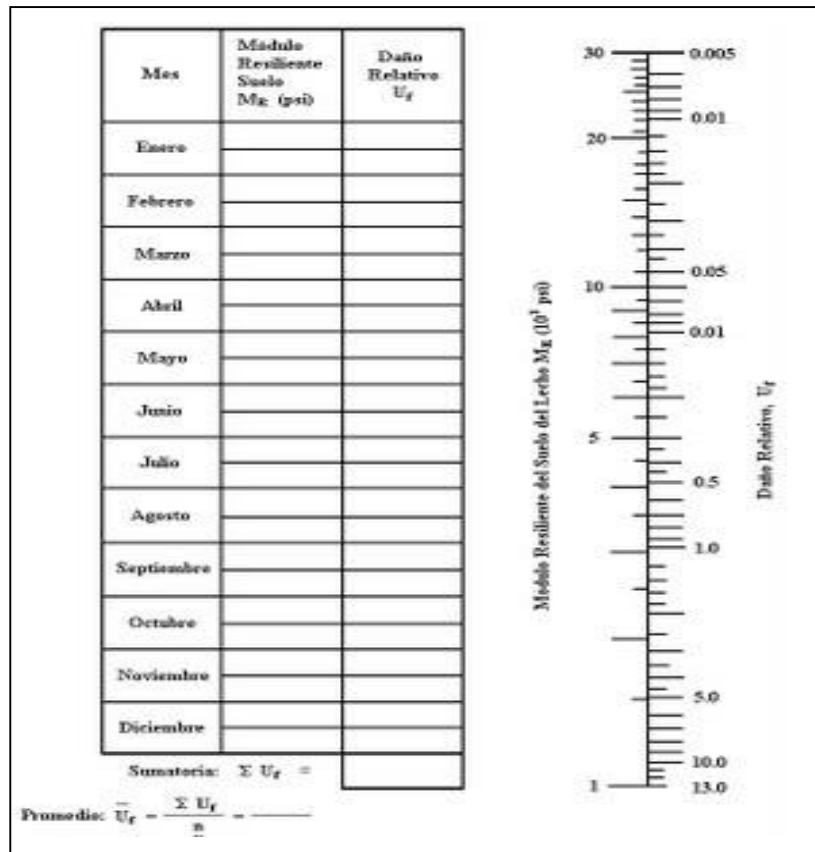


Figura N°25: Ábaco para la Determinación del Daño Relativo.

Fuente: Metodologías De Diseño De Pavimentos Flexibles: Tendencias, Alcances Y Limitaciones

$$U_f = 1,18 \cdot 10^8 \cdot M_R^{-2,32}$$

Con los resultados de los daños relativos se obtiene el valor promedio anual. El módulo de resiliencia que corresponda al  $U_f$  promedio es el valor que se debe utilizar para el diseño. Si no se tiene la posibilidad de obtener esta información se puede estimar el valor del MR en función del CBR.



**Tabla N° 11:** Valores del MR en función del CBR.

Tipo de Suelo	% CBR	$M_R$ en (psi)
Arena	31	46500
Limo	20	30000
Arena magra	25	37500
Limo - arcilla	25	37500
Arcilla limosa	8	11400
Arcilla pesada	5	7800

*Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.*

Para el método de la AASHTO, la parte fundamental para caracterizar debidamente a los materiales, consiste en la obtención del Módulo de Resiliencia, con base en pruebas de laboratorio, realizadas en materiales a utilizar en la capa Subrasante (Método AASHTO T-274), con muestras representativas (esfuerzo y humedad) que simulen las estaciones del año respectivas. El módulo de resiliencia “estacional” será obtenido alternadamente por correlaciones con propiedades del suelo, tales como el contenido de arcilla, humedad, índice plástico, etc. Finalmente, deberá obtenerse un “módulo de resiliencia efectivo”, que es equivalente al efecto combinado de todos los valores de módulos estacionales.

Se puede utilizar la siguiente ecuación:

$$U_f = 1.18 \times 10^8 * M_R^{-2.32}$$

Donde:



**U<sub>f</sub>** = Daño relativo en cada estación (por mes o quincenal).

**MR** = Módulo de Resiliencia de la capa subrasante, obtenido en laboratorio o con deflexiones cada quincena o mes. Y por último:

$$\bar{U} f = \text{promedio de daño realtivo} = \frac{\sum U f}{n}$$

Por lo que el MR efectivo, será el que corresponda al U<sub>f</sub> promedio.

#### 2.3.3.7 CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE

La subrasante es el suelo que sirve como fundación para todo el paquete estructural. En la década del 50 se puso más énfasis en las propiedades fundamentales de la subrasante y se idearon ensayos para caracterizar mejor a estos suelos. Ensayos usando cargas estáticas o de baja velocidad de deformaciones tales como el CBR, compresión simple son reemplazados por ensayos dinámicos y de repetición de cargas tales como el ensayo del módulo resiliente, que representan mucho mejor lo que sucede bajo un pavimento en lo concerniente a tensiones y deformaciones. Las propiedades de los suelos pueden dividirse en dos categorías.



- Propiedades físicas: son usadas para selección de materiales especificaciones -constructivas y control de calidad.
- Propiedades ingenieriles: dan una estimación de la calidad de los materiales para caminos.

La calidad de los suelos para subrasante se puede relacionar con el módulo resiliente, el módulo de Poisson, el valor soporte del suelo y el módulo de reacción de la subrasante.

La capacidad de soporte de la subrasante está representada por los valores de CBR determinados mediante los ensayos de laboratorio realizados con las muestras de suelos obtenidas en el campo. El Método AASHTO 1993 requiere el uso del Módulo de Resiliencia, el cual se obtiene de la correlación con los CBR mediante las siguientes formulas:

- Para los  $CBR < 10\%$

$$M_R (psi) = 1500x CBR (psi)$$

- Para los CBR de 10% a 20%

$$M_R (psi) = 3000x CBR^{0.65} (psi)$$

- Para los  $CBR > 20\%$

$$M_R (psi) = 4326 x \ln CBR + 241 (psi)$$





El Método AASHTO 2002 propone una fórmula de correlación del Módulo de Resiliencia con el CBR que rige para todos los casos:

$$M_R (psi) = 2555xCBR^{0.64} (psi)$$

Consideramos que los valores de los Módulos de Resiliencia obtenidos mediante la fórmula propuesta por el Método AASHTO 2002 son más afines a las propiedades de los suelos, por lo que en el presente estudio usaremos esta última correlación.

#### **2.3.3.8 DETERMINACIÓN DE ESPESORES POR CAPA**

Una vez que se ha calculado el Número Estructural SN para la sección estructural del pavimento, utilizando el gráfico o la ecuación general básica de diseño, donde se involucraron los parámetros anteriormente descritos (tránsito, R, So, MR, PSI), el siguiente paso es definir las diferentes capas de la estructura del pavimento, las que de acuerdo a sus características estructurales satisfagan el NE, es decir que en conjunto provea de suficiente capacidad de soporte equivalente al número estructural de diseño original.

La siguiente ecuación puede utilizarse para obtener los espesores de cada capa, para la superficie de rodamiento o carpeta, base y sub base, haciéndose notar que el

método de AASHTO, versión 1993, involucra coeficientes de drenaje particulares para la base y sub base.

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

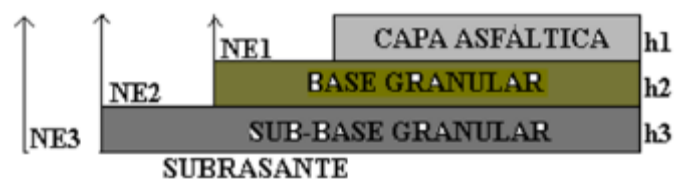
Dónde:

**a1, a2 y a3** = Coeficientes de capa representativos de carpeta, base y sub base respectivamente.

**D1, D2 y D3** = Espesor de la carpeta, base y sub base Respectivamente.

**m2 y m3** = Coeficientes de drenaje para base y sub base respectivamente.

La estructuración no tiene una solución única, se pueden establecer variadas combinaciones de capas que satisfacen la ecuación del N.E. En la elección de las capas se deben considerar los materiales disponibles y su costo.



**Figura N°27:** Espesores por Capas.

*Fuente: Elaboración Propia.*

#### 2.3.3.8.1 COEFICIENTES DE CAPA

Para la obtención de los coeficientes de capa a1, a2 y a3 deberán utilizarse las Figuras A1, A2 y

A3, en donde se representan valores de correlaciones hasta de cinco diferentes pruebas de laboratorio: Módulo Elástico, Texas Triaxial, R - valor, VRS y Estabilidad Marshall.

Para carpeta asfáltica (a1) Figura. N° 33.

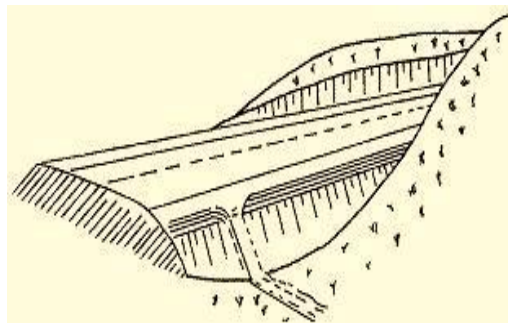
Para bases granulares (a2) Figura N° 34.

Para sub bases granulares (a3) Figura N° 35.

#### 2.3.3.8.2 COEFICIENTES DE DRENAJE

Por las condiciones de humedad en el terreno, se considerará la construcción de sistemas de sub drenaje adecuados en los diseños, que mejoren la calidad del drenaje en la estructura del pavimento. El valor de estos coeficientes depende de dos parámetros:

La capacidad del drenaje, que se determina de acuerdo al tiempo que tarda el agua en ser evacuada del pavimento.





El porcentaje de tiempo durante el cual el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación, en el transcurso del año. Dicho porcentaje depende de la precipitación media anual y de las condiciones de drenaje, la AASHTO define cinco capacidades de drenaje, (que se muestran en la Tabla N°12)

Tabla N° 12: Capacidad del Drenaje para Remover La Humedad.

Calidad del Drenaje	Tiempo que tarda el agua en ser Evacuada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	Agua no drena

*Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.*

Los coeficientes de drenaje AASTHO son: valores menores, iguales o mayores a la unidad, esto depende de la capacidad percolante de las capas de drenaje: al tener capas de drenaje con valores mayores que al unidad, entonces es factible la posibilidad de diseñar paquetes estructurales con espesores menores en el caso de drenajes no es bueno, el coeficiente es menor que la unidad lo que obligara a diseñar un paquete estructural con mayor espesor, que permita resistir en igual de condiciones



el tránsito para el que fue diseñado; un mayor espesor de paquete estructural, no garantiza el tener un buen drenaje. Para los coeficientes de drenaje,  $m_2$  y  $m_3$ , correspondientes a las capas de base y sub base respectivamente, el método de AASHTO se basa en la capacidad del drenaje para remover la humedad interna del pavimento, definiendo lo siguiente:

**Tabla N°13:** Valores Recomendados Para Modificar Los Coeficientes Estructurales De Capa De Bases Y Sub bases Sin Tratamiento, En Pavimentos Flexibles.

Capacidad de Drenaje	% de tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación.			
	Menos del 1 %	1 a 5 %	5 a 25 %	Más del 25 %
Excelente	1,40 – 1,35	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
Bueno	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1,00
Regular	1,25 – 1,15	1,15 – 1,05	1,00 – 0,80	0,80
Malo	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Muy malo	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

Fuente: AASHTO, *Guide for Design of Pavement Structures*, 1993.

### 2.3.3.8.3 ESPESORES D1, D2, Y D3

Para el cálculo de los espesores D1, D2 y D3 (en pulgadas), el método sugiere respetar los siguientes valores mínimos, en función del tránsito en ejes equivalentes sencillos acumulado.



**Tabla N°14:** Espesores Mínimos, En Pulgadas, En  
Función De Los Ejes Equivalentes.

TRANSITO (ESAL's) EN EJES EQUIVALENTES	CARPETAS DE CONCRETO ASFÁLTICO	BASES GRANULARES
Menor de 50,000	1.0 ó T.S.	4.0
50,001 - 150,000	2.0	4.0
150,001 - 500,000	2.5	4.0
500,001 - 2'000,000	3.0	6.0
2'000,001 - 7'000,000	3.5	6.0
Mayor de 7'000,000	4.0	6.0

*Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures,  
1993.*



---

---

## CAPITULO III

---

---

### MATERIALES Y METODOS



---

### **3.1 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

Para realizar este trabajo se hizo uso del método Descriptivo- Experimental, así como del deductivo para poder generalizar algunas conclusiones. La zona de estudio que se consideró fueron distintos puntos delimitados por las zonas geológicas del distrito de Nuevo Chimbote

### **3.2 POBLACIÓN MUESTRAL**

La población muestra para el diseño de pavimento asfáltico mediante el Método AASHTO abarca el Distrito de Nuevo Chimbote – Provincia del Santa – Ancash.

### **3.3 DISEÑO Y CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA**

Se ha considerado para nuestro estudio el Distrito de Nuevo Chimbote – Santa – Ancash, habiéndose tenido en cuenta el tráfico, el terreno de fundación, el tipo de material de préstamo, los mismos que se han seleccionado y definido como parámetros principales del diseño y que se entiende son los más significativos en el desempeño de los pavimentos.

### **3.4 ESTRATEGIA DEL ESTUDIO**

El presente estudio se realizó de acuerdo a etapas y consideraciones establecidas en el proyecto; teniéndose en cuenta todas las normas vigentes para este estudio, desde la exploración a la zona, recopilación, análisis, y comparación de estudios de investigación realizados en la zona.





Se desarrollaron las siguientes actividades y procedimientos para que en forma cualitativa y cuantitativa proceder al diseño del pavimento y poder determinar la estructura más óptima para la zona en estudio.

- Se realizó visita a la zona de estudio.
- Recopilación de antecedentes de la situación actual.
- Se realizaron los estudios de tráfico y estudios de suelos.
- Determinación de los parámetros intervinientes en el diseño del método AASHTO para la zona en estudio.

Para este informe de investigación se ha va a utilizar el Método AASHTO, versión 1993 (GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURE 1993). El cual consiste en determinar el Número Estructural (SN) para el pavimento flexible que pueda soportar el nivel de carga solicitado, en función del Módulo Resiliente de la subrasante ( $M_r$ ), número de ejes standard anticipado ( $W_{18}$ ), Confiabilidad ( $R\%$ ), Desviación Standard total ( $S_0$ ), pérdida de serviciabilidad ( $\Delta$  PSI) e índices estructurales del pavimento.

Los valores del número estructural se determinan mediante la aplicación de la ecuación de diseño indicada en la Grafica N° 05 del método de diseño.

### **3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Se hizo uso de la observación insitu, visitas a la zona en estudio, llevándose a cabo la toma de datos para determinar su clasificación y ordenamiento mediante formatos diseñados para información de campo.

Se hizo uso de cámaras de video y fotográficas para el estudio en gabinete del tráfico que circula en la zona de estudio.



### 3.6 ENSAYOS DE LABORATORIO Y GABINETE

Comprendió la recopilación y clasificación sistemática de la información de campo efectuándose los siguientes ensayos de laboratorio: Granulometría, Contenido de humedad, Densidad máxima, Densidad mínima, Límite líquido, Límite plástico, Peso específico, Proctor Modificado y CBR, los cuales se realizaron en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Nacional del Santa. Los resultados se plasmaron a través de:

- Comparación de las propiedades índice de los suelos y el CRB, como dato vital para el diseño estructural de un pavimento.
- Distintos diseños de pavimentos flexibles para cada zona en relación a las propiedades índice de los suelos.



---

---

## CAPITULO IV

---

---

### RESULTADOS Y DISCUSION

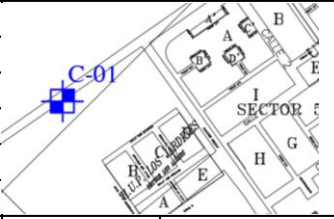


## 4.1 RESULTADOS

### 4.1.1 ESTUDIO DE SUELOS

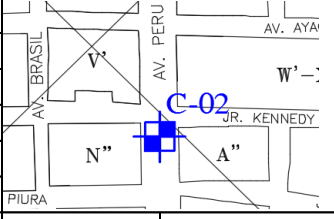
1. A continuación se presenta el resumen de los estudios de suelos realizados por cada calicata.

CALICATA N°		C-1	UBICACIÓN	PARC. N° 03 SECTOR LOS ALAMOS - URB. BUENOS	
MUESTRA	METODO DE COMPACTACION ASTM-D1557			RESULTADOS	
SUBRASANTE	Maxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )			1.718	
	Optimo Contenido de Humedad (%)			10.00%	
	CBR al 100 % M.D.S.			24.60%	
	CBR al 95 % M.D.S.			9.50%	
	SUCS:	SP	AASHTO:	A3	
	LL %	-	LP %	IP %	-
	Gravas	1.25%	Arenas	94.71%	Finos



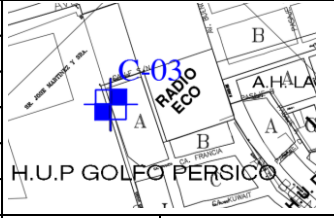
Fuente: Elaboración Propia

CALICATA N°		C-2	UBICACIÓN	AA.HH. VILLA MARIA AV. PERU	
MUESTRA	METODO DE COMPACTACION ASTM-D1557			RESULTADOS	
SUBRASANTE	Maxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )			2.053	
	Optimo Contenido de Humedad (%)			9.80%	
	CBR al 100 % M.D.S.			19.56%	
	CBR al 95 % M.D.S.			14.12%	
	SUCS:	CH	AASHTO:	A-7-5	
	LL %	58	LP %	IP %	32
	Gravas	0.00%	Arenas	9.37%	Finos



Fuente: Elaboración Propia

CALICATA N°		C-3	UBICACIÓN	AA.HH. GOLFO PERSICO	
MUESTRA	METODO DE COMPACTACION ASTM-D1557			RESULTADOS	
SUBRASANTE	Maxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )			1.829	
	Optimo Contenido de Humedad (%)			12.14%	
	CBR al 100 % M.D.S.			23.45%	
	CBR al 95 % M.D.S.			10.18%	
	SUCS:	SP	AASHTO:	A-2-4	
	LL %	-	LP %	IP %	-
	Gravas	0.79%	Arenas	96.83%	Finos



Fuente: Elaboración Propia



CALICATA Nº		C -4		UBICACIÓN	AA.HH. 14 DE FEBRERO	
SUBRASANTE	METODO DE COMPACTACION ASTM-D1557			RESULTADOS		
	Maxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )			2.058		
	Optimo Contenido de Humedad (%)			9.50%		
	CBR al 100 % M.D.S.			21.75%		
	CBR al 95 % M.D.S.			15.00%		
	SUCS:	SP - SM	AASHTO:	A-1-b		
	LL %	-	LP %	-	IP %	-
Gravas	5.38%	Arenas	88.93%	Finos	5.68%	

Fuente: Elaboración Propia

CALICATA Nº		C -5		UBICACIÓN	I ETAPA URB. BUENOS AIRES	
SUBRASANTE	METODO DE COMPACTACION ASTM-D1557			RESULTADOS		
	Maxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )			1.789		
	Optimo Contenido de Humedad (%)			13.25%		
	CBR al 100 % M.D.S.			8.83%		
	CBR al 95 % M.D.S.			6.62%		
	SUCS:	SP	AASHTO:	A-3		
	LL %	-	LP %	-	IP %	-
Gravas	0.84%	Arenas	95.23%	Finos	3.94%	

Fuente: Elaboración Propia

CALICATA Nº		C -6		UBICACIÓN	AA.HH. 1 DE MAYO	
SUBRASANTE	METODO DE COMPACTACION ASTM-D1557			RESULTADOS		
	Maxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )			1.892		
	Optimo Contenido de Humedad (%)			10.69%		
	CBR al 100 % M.D.S.			37.80%		
	CBR al 95 % M.D.S.			8.10%		
	SUCS:	SP	AASHTO:	A-2-4		
	LL %	-	LP %	-	IP %	-
Gravas	0.37%	Arenas	92.99%	Finos	6.63%	

Fuente: Elaboración Propia

CALICATA Nº		C -7		UBICACIÓN	AA.HH. VILLA VICTORIA	
SUBRASANTE	METODO DE COMPACTACION ASTM-D1557			RESULTADOS		
	Maxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )			1.59		
	Optimo Contenido de Humedad (%)			16.92%		
	CBR al 100 % M.D.S.			34.65%		
	CBR al 95 % M.D.S.			20.65%		
	SUCS:	SP	AASHTO:	A-2-4		
	LL %	-	LP %	-	IP %	-
Gravas	0.00%	Arenas	97.34%	Finos	2.66%	

Fuente: Elaboración Propia



CALICATA Nº		C - 8		UBICACIÓN	A.H. H.U.P. LUIS FELIPE DE LAS CASA	
SUBRASANTE	METODO DE COMPACTACION ASTM-D1557			RESULTADOS		
	Maxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )			1.829		
	Optimo Contenido de Humedad (%)			12.18%		
	CBR al 100 % M.D.S.			23.50%		
	CBR al 95 % M.D.S.			10.25%		
	SUCS:	SM	AASHTO:	A-1-b		
	LL %	-	LP %	-	IP %	-
Gravas	7.23%	Arenas	82.91%	Finos	9.86%	

Fuente: Elaboración Propia

CALICATA Nº		C - 9		UBICACIÓN	AA.HH. H.U.P. CALIFORNIA	
SUBRASANTE	METODO DE COMPACTACION ASTM-D1557			RESULTADOS		
	Maxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )			2.166		
	Optimo Contenido de Humedad (%)			8.18%		
	CBR al 100 % M.D.S.			21.93%		
	CBR al 95 % M.D.S.			12.58%		
	SUCS:	SP-SM	AASHTO:	A-3		
	LL %	-	LP %	-	IP %	-
Gravas	2.49%	Arenas	95.01%	Finos	2.49%	

Fuente: Elaboración Propia

CALICATA Nº		C - 10		UBICACIÓN	PRIMERA ETAPA U-1 BUENOS AIRES	
SUBRASANTE	METODO DE COMPACTACION ASTM-D1557			RESULTADOS		
	Maxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )			2.046		
	Optimo Contenido de Humedad (%)			11.32%		
	CBR al 100 % M.D.S.			25.75%		
	CBR al 95 % M.D.S.			17.35%		
	SUCS:	SP	AASHTO:	A-3		
	LL %	-	LP %	-	IP %	-
Gravas	12.11%	Arenas	87.02%	Finos	0.87%	

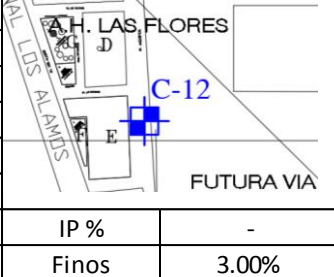
Fuente: Elaboración Propia

CALICATA Nº		C - 11		UBICACIÓN	PV SECTOR 5B-5C ZONA 5 URB BUENOS AIRES	
SUBRASANTE	METODO DE COMPACTACION ASTM-D1557			RESULTADOS		
	Maxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )			1.89		
	Optimo Contenido de Humedad (%)			8.96%		
	CBR al 100 % M.D.S.			22.81%		
	CBR al 95 % M.D.S.			18.97%		
	SUCS:	SP	AASHTO:	A-3		
	LL %	-	LP %	-	IP %	-
Gravas	3.07%	Arenas	96.15%	Finos	0.78%	

Fuente: Elaboración Propia

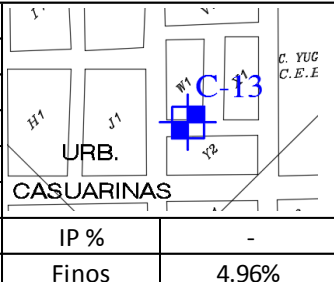


CALICATA Nº		C -12		UBICACIÓN	AA.HH. LAS FLORES	
SUBRASANTE	METODO DE COMPACTACION ASTM-D1557			RESULTADOS		
	Maxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )			2.113		
	Optimo Contenido de Humedad (%)			8.21%		
	CBR al 100 % M.D.S.			15.72%		
	CBR al 95 % M.D.S.			12.87%		
	SUCS:	SP-SM	AASHTO:	A-3		
	LL %	-	LP %	-	IP %	-
Gravas	8.24%	Arenas	88.76%	Finos	3.00%	



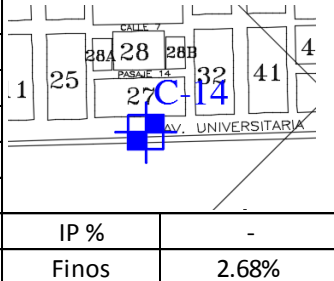
Fuente: Elaboración Propia

CALICATA Nº		C -13		UBICACIÓN	URB. CASUARINAS	
SUBRASANTE	METODO DE COMPACTACION ASTM-D1557			RESULTADOS		
	Maxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )			1.777		
	Optimo Contenido de Humedad (%)			13.00%		
	CBR al 100 % M.D.S.			23.75%		
	CBR al 95 % M.D.S.			14.82%		
	SUCS:	SP-SM	AASHTO:	A-3		
	LL %	-	LP %	-	IP %	-
Gravas	0.00%	Arenas	95.04%	Finos	4.96%	



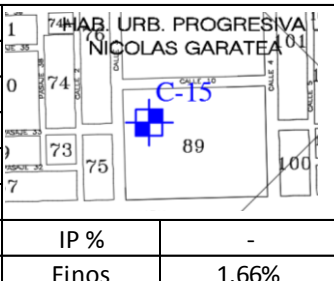
Fuente: Elaboración Propia

CALICATA Nº		C -14		UBICACIÓN	URB. GARATEA - AV. UNIVERSITARIA	
SUBRASANTE	METODO DE COMPACTACION ASTM-D1557			RESULTADOS		
	Maxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )			1.716		
	Optimo Contenido de Humedad (%)			10.40%		
	CBR al 100 % M.D.S.			15.40%		
	CBR al 95 % M.D.S.			8.05%		
	SUCS:	SP	AASHTO:	A-2-4		
	LL %	-	LP %	-	IP %	-
Gravas	0.00%	Arenas	97.32%	Finos	2.68%	



Fuente: Elaboración Propia

CALICATA Nº		C -15		UBICACIÓN	URB. GARATEA - AV. AGRARIA	
SUBRASANTE	METODO DE COMPACTACION ASTM-D1557			RESULTADOS		
	Maxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )			1.727		
	Optimo Contenido de Humedad (%)			13.00%		
	CBR al 100 % M.D.S.			14.09%		
	CBR al 95 % M.D.S.			8.83%		
	SUCS:	SP	AASHTO:	A-3		
	LL %	-	LP %	-	IP %	-
Gravas	0.26%	Arenas	98.08%	Finos	1.66%	



Fuente: Elaboración Propia



CALICATA Nº		C -16		UBICACIÓN	UPIS VILLA SAN LUIS PARCELA 8 - 9	
SUBRASANTE	METODO DE COMPACTACION ASTM-D1557			RESULTADOS		
	Maxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )			1.809		
	Optimo Contenido de Humedad (%)			11.05%		
	CBR al 100 % M.D.S.			13.00%		
	CBR al 95 % M.D.S.			8.81%		
	SUCS:	SP	AASHTO:	A-3		
	LL %	-	LP %	-	IP %	-
Gravas	2.53%	Arenas	96.68%	Finos	0.79%	

Fuente: Elaboración Propia

CALICATA Nº		C -17		UBICACIÓN	AA.HH. LAS QUINTANAS	
SUBRASANTE	METODO DE COMPACTACION ASTM-D1557			RESULTADOS		
	Maxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )			1.792		
	Optimo Contenido de Humedad (%)			12.38%		
	CBR al 100 % M.D.S.			15.64%		
	CBR al 95 % M.D.S.			10.49%		
	SUCS:	SP	AASHTO:	A-3		
	LL %	-	LP %	-	IP %	-
Gravas	1.19%	Arenas	96.08%	Finos	2.73%	

Fuente: Elaboración Propia

CALICATA Nº		C -18		UBICACIÓN	COSTADO 2º ETAPA UNS.	
SUBRASANTE	METODO DE COMPACTACION ASTM-D1557			RESULTADOS		
	Maxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )			1.903		
	Optimo Contenido de Humedad (%)			10.96%		
	CBR al 100 % M.D.S.			14.67%		
	CBR al 95 % M.D.S.			8.34%		
	SUCS:	SP	AASHTO:	A-3		
	LL %	-	LP %	-	IP %	-
Gravas	0.00%	Arenas	97.34%	Finos	2.66%	

Fuente: Elaboración Propia

CALICATA Nº		C -20		UBICACIÓN	AA.HH. VILLA MARIA JR. GONZALES PRADA	
SUBRASANTE	METODO DE COMPACTACION ASTM-D1557			RESULTADOS		
	Maxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )			1.996		
	Optimo Contenido de Humedad (%)			8.26%		
	CBR al 100 % M.D.S.			34.16%		
	CBR al 95 % M.D.S.			23.07%		
	SUCS:	SP	AASHTO:	A-1-b		
	LL %	-	LP %	-	IP %	-
Gravas	36.30%	Arenas	63.48%	Finos	0.21%	

Fuente: Elaboración Propia





**Tabla N°15:** Base de Datos Según Muestreo en Zona de Estudio.

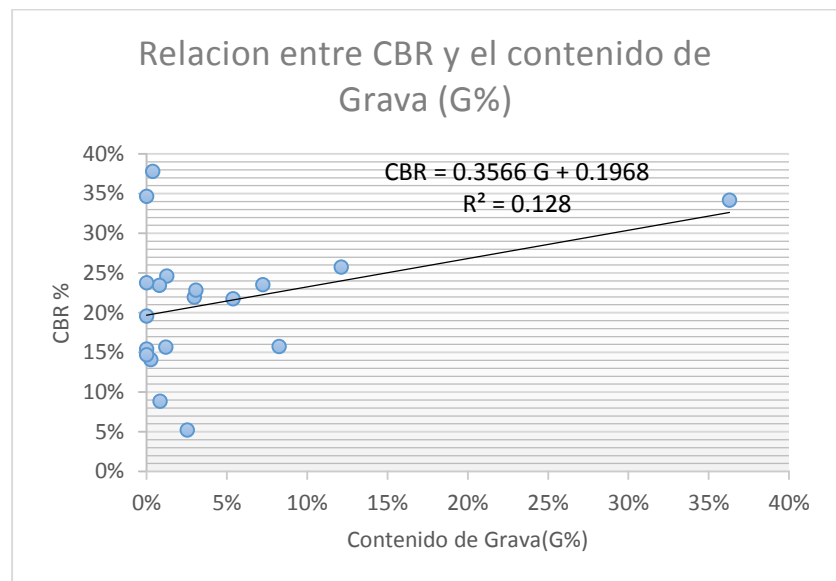
N° DE CALICATA	SUCS	AASHTO	% G	% S	% F	MDS	OCH	CBR	CBR
								100%	95%
C-01	SP	A-3	1.25%	94.71%	4.03%	1.718	10.00%	24.60%	9.50%
C-02	CH	A-7-5	0.00%	9.37%	90.63%	2.053	9.80%	19.56%	14.12%
C-03	SP	A-2-4	0.79%	96.83%	2.39%	1.829	12.14%	23.45%	10.18%
C-04	SP - SM	A-1-b	5.38%	88.93%	5.68%	2.058	9.50%	21.75%	15.00%
C-05	SP	A-3	0.84%	95.23%	3.94%	1.789	13.25%	8.83%	6.62%
C-06	SP	A-2-4	0.37%	92.99%	6.63%	1.892	10.69%	37.80%	8.10%
C-07	SP	A-2-4	0.00%	97.34%	2.66%	1.593	16.92%	34.65%	20.65%
C-08	SM	A-1-b	7.23%	82.91%	9.86%	1.829	12.18%	23.50%	10.25%
C-09	SP-SM	A-3	2.49%	95.01%	2.49%	2.166	8.18%	21.93%	12.58%
C-10	SP	A-3	12.11%	87.02%	0.87%	2.046	11.32%	25.75%	17.35%
C-11	SP	A-3	3.07%	96.15%	0.78%	1.892	8.96%	22.81%	18.97%
C-12	SP-SM	A-3	8.24%	88.76%	3.00%	2.113	8.21%	15.72%	12.87%
C-13	SP-SM	A-3	0.00%	95.04%	4.96%	1.777	13.00%	23.75%	14.82%
C-14	SP	A-2-4	0.00%	97.32%	2.68%	1.716	10.40%	15.40%	8.05%
C-15	SP	A - 3	0.26%	98.08%	1.66%	1.727	13.13%	14.09%	8.83%
C-16	SP	A-3	2.53%	96.68%	0.79%	1.809	11.05%	13.00%	8.81%
C-17	SP	A-3	1.19%	96.08%	2.73%	1.792	12.38%	15.64%	10.49%
C-18	SP	A-3	0.00%	97.34%	2.66%	1.903	10.96%	14.67%	8.34%
C-20	SP	A-1-b	36.30%	63.48%	0.21%	1.996	8.26%	34.16%	23.07%

Fuente: Elaboración Propia

## 4.1.2 RELACION ENTRE EL CBR Y CADA PARAMETRO DEL SUELO

### 4.1.2.1 Relación entre el CBR y el contenido de grava (%G)

Al graficar el CBR en relación al contenido de grava (Figura N° 28) podemos observar que mientras mayor sea el contenido de grava, mayor será el valor del CBR. Se podría sugerir una correlación lineal. Si se tiene en cuenta el concepto de CBR, hay que recordar que la muestra patrón es la piedra triturada cuyo CBR es el 100%, por lo que cuanto más grava esté presente en la muestra, más se acercará el CBR al 100%.



**Figura N°28:** Relación entre CBR y el contenido de grava.

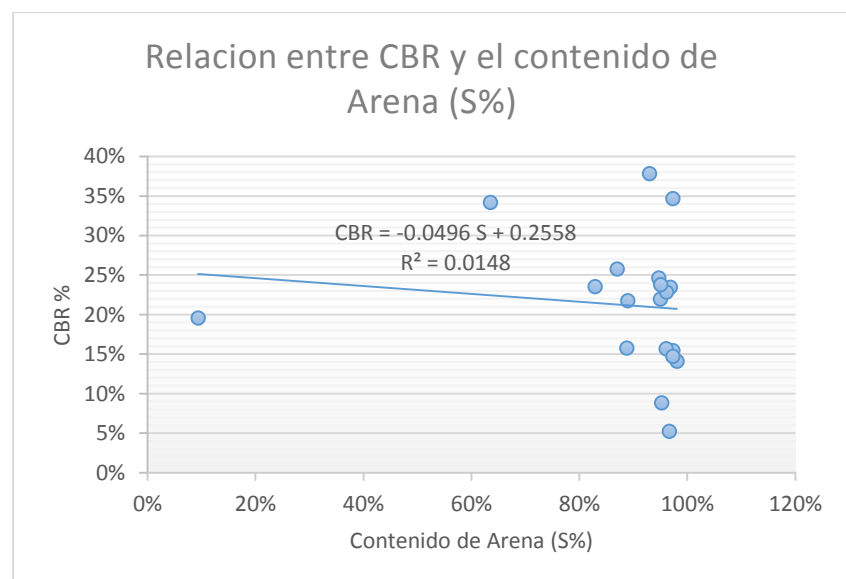
*Fuente: Elaboración Propia.*

Para contenidos de grava cercanos al 15% se nota que la dispersión es alta en relación al rango entre 0 y 5%. Esto podría indicar que puede haber otros factores con significativa influencia, además del contenido de grava.

Es interesante observar que aún en ausencia de grava (%G= 0), algunos suelos alcanzan valores de CBR por encima del 20%. Esto podría confirmar la influencia de otros factores en el valor de CBR. Dado que se está trabajando con CBR saturados, el valor de CBR alto podría estar determinado no solo por el contenido de arena y de finos, sino quizás de la naturaleza de los finos.

#### 4.1.2.2 Relación entre el CBR y el contenido de arena (%S)

Se ha graficado el CBR con el contenido de arena. Se observa una tendencia del CBR a aumentar conforme aumenta el contenido de arena en el suelo. (Figura N° 29)



**Figura N°29:** Relación entre CBR y el contenido de Arena

*Fuente: Elaboración Propia.*

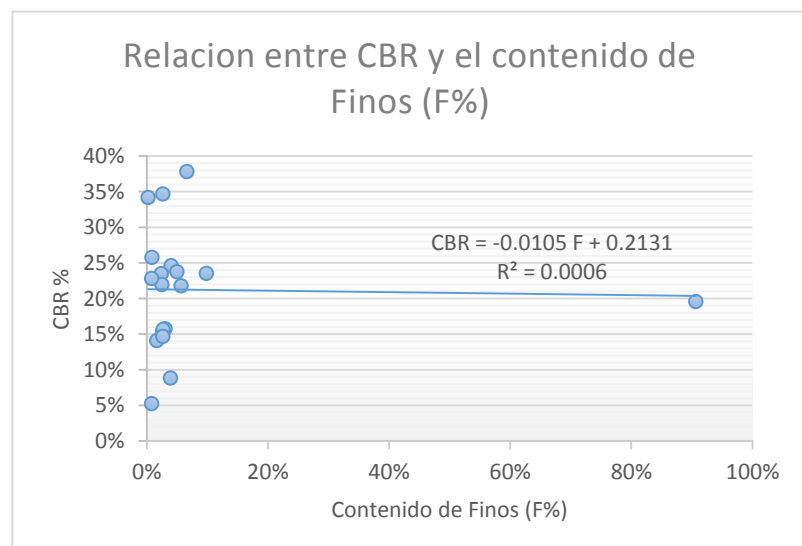
La presencia de arena supone la presencia de grava o finos, que son los que tendrán un papel más determinante en el comportamiento del CBR. Sin embargo, se nota que



tampoco el contenido de arena es un factor determinante del CBR. Hay rangos en los cuales el CBR se dispara, aún con contenidos de arena bajos. Esto se nota más alrededor del 30%, donde además hay una mayor dispersión del CBR. El comportamiento de esta gráfica puede asemejarse a la forma de una campana, en donde hay un rango creciente entre 0 y 30 % de %S y un comportamiento decreciente para valores de %S mayores al 30%.

#### 4.1.2.3 Relación entre el CBR y el contenido de finos (%F)

Se ha graficado 20 muestras tomando de ellas, el contenido de finos (limos y arcillas) con su respectivo CBR (Figura N° 30). El contenido de finos viene representado por el porcentaje que pasa el tamiz 200 en la curva granulométrica.



**Figura N°30:** Relación entre CBR y el contenido de Finos.

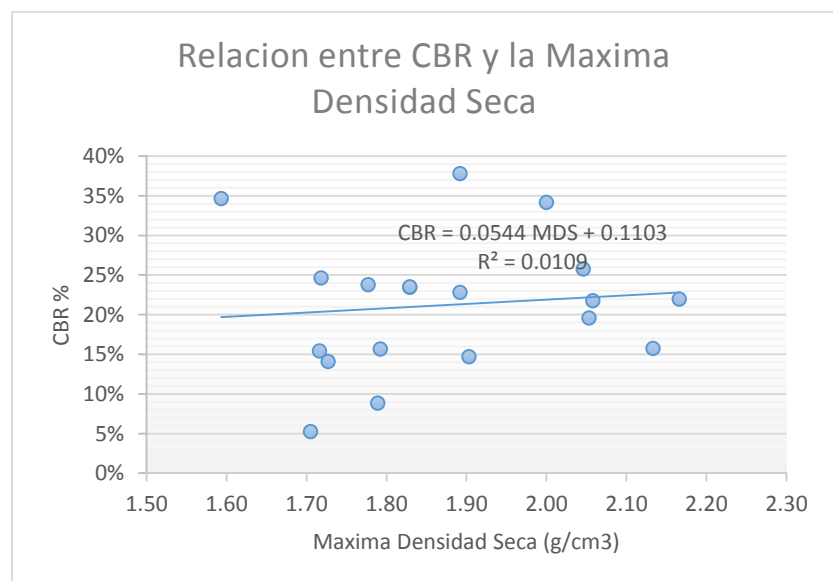
*Fuente: Elaboración Propia.*



Se nota una tendencia clara a disminuir el CBR a medida que aumenta la cantidad de finos. La relación entre estos dos valores no parece ser lineal; más bien parece ser potencial (asintótica en ambos ejes positivos), dada la gran variación de los datos entre 0 a 40% del CBR. Este comportamiento puede estar influenciado por la presencia de grava, puesto que el contenido de finos no discrimina las características de alta o baja plasticidad.

#### 4.1.2.4 Relación entre el CBR y la Máxima densidad seca

Se comparó la máxima densidad seca (MDD) con el CBR, cuyos resultados se ven en la Figura N° 31.



**Figura N°31:** Relación entre CBR y la Máxima Densidad Seca.

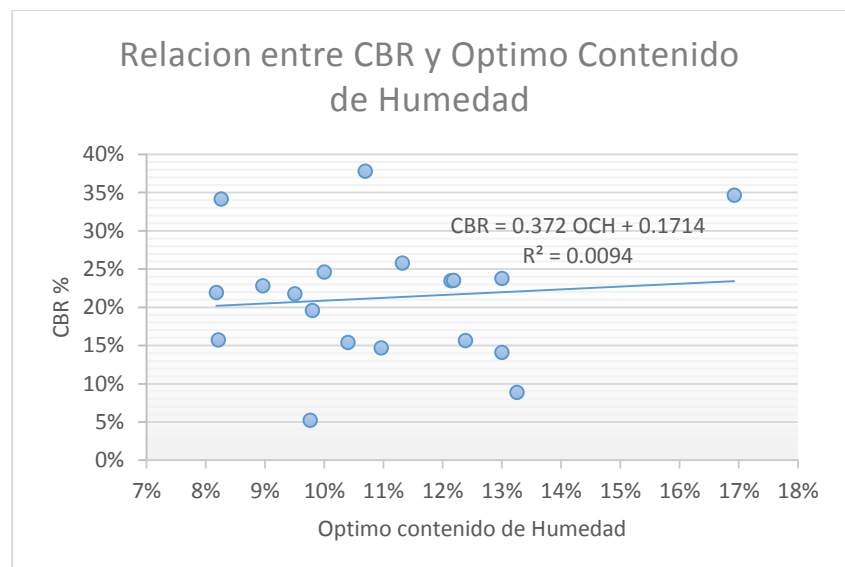
*Fuente: Elaboración Propia.*



Al igual que con el contenido óptimo de humedad, se ve una clara relación de la MDD con el CBR. Hay una tendencia del CBR a aumentar a medida que aumenta la MDD también. Esto es muy lógico, dado que cuanto más compacto esté un suelo, su capacidad de soporte será mayor. Aunque la relación se propone lineal, se podría especular una tendencia exponencial o potencial creciente.

#### 4.1.2.5 Relación entre el CBR y el Optimo Contenido de humedad.

Como último parámetro podemos se analizó el OMC versus el CBR Esta relación se Puede observar en la Figura N° 32.



**Figura N°32:** Relación entre CBR y el Optimo Contenido de Humedad

*Fuente: Elaboración Propia.*



Se puede observar una relación lineal, con una clara tendencia del CBR de disminuir a medida que aumenta el OMC. Esto sugiere guardaría relación con el tipo de suelo y el contenido de finos. Se puede asumir que el contenido de humedad óptimo para lograr la máxima densidad seca se hace menor a medida que el contenido de finos disminuye o que éstos sean menos plásticos. De modo que cuanto más gravoso, menos OMC y el CBR será más alto.

#### 4.1.3 ESTUDIO DE TRÁFICO

##### ➤ ANALISIS DE TRÁFICO

1. El tráfico es una de las variables más significativas del diseño de pavimentos de estimarse. Es importante hacer notar que debemos contar con la información más precisa posible del tráfico para el diseño.
2. Para el análisis de tráfico hizo por medio de censos de volumen y clasificación. Por la cual obtuvimos la cantidad de vehículos que circula por esta vía así mismo cuales son las horas más puntas. Las zonas de ubicación para el conteo fueron en varios puntos estratégicos podemos apreciar en la Tabla N° 16:
3. El estudio de tráfico se ha realizado para la calicata N° C-15, ubicada en el P.J. Nicolás Garatea, Observar. Tabla N° 16, Descripción C-15



Tabla N° 16: Análisis de Tráfico C-15, H.U. Garatea.

HORA	SENTI DO	AUTO / STATION WAGO /CAMIONETA	COMBIS	BUS	CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER					
					2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
05-06	E S	62 69	4 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06-07	E S	70 75	6 6	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
07-08	E S	125 138	7 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08-09	E S	95 86	6 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09-10	E S	92 78	6 6	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10-11	E S	65 77	5 7	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11-12	E S	75 86	6 8	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12-13	E S	91 98	7 8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13-14	E S	146 134	6 6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14-15	E S	105 96	5 7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15-16	E S	87 91	6 7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16-17	E S	91 89	6 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17-18	E S	125 131	4 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18-19	E S	115 131	7 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19-20	E S	129 134	3 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20-21	E S	98 87	2 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PARCIAL:		3171	180	7	11	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FACTOR CORRECCIÓN:		1.09697084	1.09697084	0.9982313	0.99823134	0.998231	0.99823	0.99823	0.998231	0.99823	0.998231	0.998231	0.998231	0.998231	0.998231	0.998231
TOTAL:		3478	197	7	11	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Factor de Corrección Promedio Estacional - Unidades Peaje PVN  
Factor de Corrección Ligero: 1.09697083968723  
Factor de Corrección Pesado: 0.998231338925296

Fuente: Elaboración Propia.





### ➤ **CALCULO FACTOR CAMIÓN (FC.)**

Se entiende por factor camión al número de aplicaciones de ejes sencillos con carga equivalente de 8.2 toneladas, correspondientes al paso de un vehículo comercial. En otras palabras el factor camión expresa los niveles equivalentes de daños entre ejes, pero también es conveniente expresar el daño de término de deterioro producido por un vehículo en particular, es decir los daños producidos por cada eje de un vehículo son sumados para determinar el daño producido por el vehículo total.

Para la determinación del factor camión resulta conveniente elaborar un cuadro como el que se muestra (Tabla N° 19), donde se clasifico el tipo del vehículo lo cual nos permitió encontrar las cargas en función de sus ejes, utilizando para ello la tabla 17-1, 17-2, 17-3 y ; así como se determinó el factor equivalente de carga que es un valor numérico expresa la relación entre la perdida de serviciabilidad causada por una carga dada de un tipo de eje y la producida por el eje estándar de 80 kN en el mismo eje lo cual para encontrar este valor se utilizó la Tabla 18 donde encuentran las cargas equivalentes para cada tipo de eje.

Tabla Nº 17 -1: Tabla de pesos y medidas de los vehículos.

TABLA DE PESOS Y MEDIDAS								
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. ( m )	Peso máximo ( t )				Peso bruto máx. ( t )	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°		4°
C2		12,30	7	11	---	---	---	18
C3		13,20	7	18	---	---	---	25
C4		13,20	7	23 <sup>(1)</sup>	---	---	---	30
8x4		13,20	7+7 <sup>(2)</sup>	18	---	---	---	32
T2S1		20,50	7	11	11	---	---	29
T2S2		20,50	7	11	18	---	---	36
T2Se2		20,50	7	11	11	11	---	40

FUENTE: Reglamento Nacional de Vehículos DECRETO SUPREMO Nº 058-2003-MTC

Tabla N° 17 -2: Tabla de pesos y medidas de los vehículos.

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. ( m )	Eje Delant	Peso máximo ( t )				Peso bruto máx. ( t )
				Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°	4°	
T2S3		20,50	7	11	25	---	---	43
T2Se3		20,50	7	11	11 <sup>(4)</sup>	18	---	47
T3S1		20,50	7	18	11	---	---	36
T3S2		20,50	7	18	18	---	---	43
T3Se2		20,50	7	18	11	11	---	47
T3S3		20,50	7	18	25	---	---	48 <sup>(2)</sup>

FUENTE: Reglamento Nacional de Vehículos DECRETO SUPREMO N° 058-2003-MTC

Tabla N° 17 -3: Tabla de pesos y medidas de los vehículos.

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. ( m )	Peso máximo ( t )				Peso bruto máx. ( t )	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°		4°
T3Se3		20,50	7	18	11 <sup>(4)</sup>	18	---	48 <sup>(2)</sup>
C2R2		23,00	7	11	11	11	---	40
C2R3		23,00	7	11	11	18	---	47
C3R2		23,00	7	18	11	11	---	47
C3R3		23,00	7	18	11	18	---	48 <sup>(2)</sup>
C3R4		23,00	7	18	18	18	---	48 <sup>(2)</sup>

FUENTE: Reglamento Nacional de Vehículos DECRETO SUPREMO N° 058-2003-MTC



Tabla N°18: Factores de equivalencia de carga

Carga Total por Eje o Conjunto de Ejes.		Factores de Equivalencia de Carga.		
Kn	lb	Eje Sencillo	Ejes dobles	Ejes Triples
4.45	1,000	0.00002		
8.9	2,000	0.00018		
17.8	4,000	0.00209	0.0003	
26.7	6,000	0.01043	0.001	0.0003
35.6	8,000	0.0343	0.003	0.001
44.5	10,000	0.0877	0.007	0.002
53.4	12,000	0.189	0.014	0.003
62.3	14,000	0.360	0.027	0.006
71.2	16,000	0.623	0.047	0.011
80.0	18,000	1.000	0.077	0.017
89.0	20,000	1.51	0.121	0.027
97.9	22,000	2.18	0.180	0.040
106.8	24,000	3.03	0.260	0.057
115.6	26,000	4.09	0.364	0.080
124.5	28,000	5.39	0.495	0.109
133.4	30,000	6.97	0.658	0.145
142.3	32,000	8.88	0.857	0.191
151.2	34,000	11.18	1.095	0.246
160.1	36,000	13.93	1.38	0.313
169.0	38,000	17.20	1.70	0.393
178.0	40,000	21.08	2.08	0.487
187.0	42,000	25.64	2.51	0.597
195.7	44,000	31.00	3.00	0.723
204.5	46,000	37.24	3.55	0.868
213.5	48,000	44.50	4.17	1.033
222.4	50,000	52.88	4.86	1.22
231.3	52,000		5.63	1.43
240.2	54,000		6.47	1.66
249.0	56,000		7.41	1.91
258.0	58,000		8.45	2.20
267.0	60,000		9.59	2.51
275.8	62,000		10.84	2.85
284.5	64,000		12.22	3.22
293.5	66,000		13.73	3.62
302.5	68,000		15.38	4.05
311.5	70,000		17.19	4.52
320.0	72,000		19.16	5.03
329.0	74,000		21.32	5.57
338.0	76,000		23.66	6.15
347.0	78,000		26.22	6.78
356.0	80,000		29.00	7.45
364.7	82,000		32.00	8.2
373.6	84,000		35.30	8.9
382.5	86,000		38.80	9.8
391.4	88,000		42.60	10.6
400.3	90,000		46.80	11.6

FUENTE: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.



**Tabla N° 19:** Factor Camión C-15, H.U. Garatea.

FACTOR CAMION				
TIPO DE VEHICULO	EJES	CARGA/EJE (LBS.)	FACTOR EQUIV. DE CARGA	FACTOR CAMION
Vehículos Ligeros	Eje Delantero Simple	8,000.00	0.0343	0.0686
	Eje Posterior Simple	8,000.00	0.0343	
Custer - Buses (C-2)	Eje Delantero Simple	15,432.34	0.5484	3.7113
	Eje Posterior Simple	24,250.82	3.1629	
Camión 2E (C-3)	Eje Delantero Simple	15,432.34	0.5484	2.5682
	Eje Posterior Doble	39,683.16	2.0198	
Camión T2s2	Eje Delantero Simple	15,432.34	0.5484	5.7311
	1 Eje Posterior Simple	24,250.82	3.1629	
	2 Eje Posterior Doble	39,683.16	2.0198	
Camión 3E T2s3	Eje Delantero Simple	15,432.34	0.5484	5.5107
	1 Eje Posterior Simple	24,250.82	3.1629	
	2 Eje Posterior Triple	55,115.50	1.7994	
Camión T3s1	Eje Delantero Simple	15,432.34	0.5484	5.7311
	1 Eje Posterior Doble	39,683.16	2.0198	
	2 Eje Posterior Simple	24,250.82	3.1629	
Camión T3s2	Eje Delantero Simple	15,432.34	0.5484	4.5880
	1 Eje Posterior Doble	39,683.16	2.0198	
	2 Eje Posterior Doble	39,683.16	2.0198	

Fuente: Elaboración Propia.

➤ **CALCULO FACTOR CRECIMIENTO (F.CR)**

Una forma sencilla de encontrar el factor de crecimiento es adoptar una tasa de crecimiento anual y utilizar el promedio del tráfico al principio y al final del periodo diseño. La AASHTO



recomienda calcular el factor de crecimiento para el tráfico de todo el periodo de diseño:

$$FC = \frac{(1+r)^P - 1}{r}$$

Donde:

r = tasa de crecimiento anual en decimales

P = periodo de diseño en años.

Los valores del factor de crecimiento para diferentes tasas anuales y periodos de diseño se pueden obtener de la tabla del AASHTO si es que no se tuviera el dato obtenido estadísticamente. Si no se cuenta con los datos precisos puede hacerse uso de la siguiente tabla

CASO	TASA DE CRECIMIENTO
Crecimiento Normal	1% al 3%
Vias complet saturadas	0% al 1%
Con trafico inducido	4% al 5%
Alto crecimiento	mayor al 5%

365: Número de días del año

$\Sigma$ : Sumatoria de ejes equivalentes de todos los tipos de vehículo pesado, por día para el carril de diseño por factor de crecimiento acumulado por 365 días del año.

Remplazando:

$$F.C. = ((1 + 0.025)^{20} - 1) / 0.025 = 25.54$$

Para r= 2.5%, n = 20 años

$$\text{FACTOR DE CRECIMIENTO (F.C}_R) = 25.54$$



### ➤ CALCULO DEL ESAL

El método AASHTO utiliza en su formulación el número de repeticiones esperadas de carga de Ejes Equivalentes, es decir, que antes de entrar a las fórmulas de diseño, debemos transformar los Ejes de Pesos Normales de los vehículos que circularán por el camino, en Ejes Sencillos Equivalentes de 18 kips (8.2 Ton) también conocidos como ESAL's.

**Tabla N° 20:** Calculo de ESAL's C-15, H.U. Garatea.

CALCULO EAL DE DISEÑO					
TIPO DE VEHICULO	IMDA	PRIMER AÑO	FACTOR CRECIMIENTO	FACTOR CAMION	EAL DE DISEÑO
Vehículos Ligeros	3675	365	25.54	0.0686	2,350,148.02
Custer - Buses (C-2)	7	365	25.54	3.7113	242,178.94
Camión 2E (C-3)	11	365	25.54	2.5682	263,346.38
Camión T2s2	6	365	25.54	5.7311	320,554.64
TOTAL					3,176,227.98
					3.18E+06

Fuente: Elaboración Propia.

$$ESAL's = 3.18E+06$$

### ➤ CALCULO DE TRÁNSITO

$$W_{18} = D_D * D_L * w_{18}$$

Dónde:

**W18** = Tránsito acumulado en el primer año, en ejes equivalentes sencillos de 8.2 ton, en el carril de diseño.

**DD** = Factor de distribución direccional; se recomienda 50% para la mayoría de las carreteras, pudiendo variar de 0.3 a 0.7, dependiendo de en qué dirección va el tránsito con mayor porcentaje de vehículos pesados.





**DL** = Factor de distribución por carril, cuando se tengan dos o más carriles por sentido. Repeticiones esperadas de carga de Ejes Equivalentes, es decir, que antes de entrar a las fórmulas de diseño,

Donde:

$$W_{18} = 3.2 \times 10^6$$

$$DD = 0.5$$

$$W_{18} = 1.59E+06$$

$$DL = 1$$

#### 4.1.4 MÉTODO AASHTO

##### 4.1.4.1 CONFIABILIDAD “R”

De acuerdo a lo indicado en el fundamento teórico se adopta el valor de  $R=80\%$  para el diseño para 20 años y el refuerzo. (Tabla N° 21).

**Tabla N° 21:** Valores Del Nivel De Confianza De Acuerdo Al Tipo De Camino.

Tipo de camino	Zonas urbanas	Zonas rurales
Autopistas	85 – 99.9	80 – 99.9
Carreteras de primer orden	80 – 99	75 – 95
Carreteras secundarias	80 – 95	75 – 95
Caminos vecinales	50 – 80	50 – 80

FUENTE: AASHTO, *Guide for Design of Pavement Structures*, 1993.

Zona Urbana: H.U. Garatea - Nuevo Chimbote.

$$\text{Confiabilidad (R\%)} = 80$$



#### 4.1.4.2 DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL “ZR”

De acuerdo a lo indicado en el fundamento teórico Para el nivel de confiabilidad adoptado, la Desviación Standard Normal resulta de  $Z_R = -0.841$  para la confiabilidad de 80% (Tabla N° 22).

**Tabla N° 22:** Factores de Desviación Normal

Confiabilidad	$Z_R$	Confiabilidad	$Z_R$
50	0	92	-1,405
60	-0,253	94	-1,555
70	-0,524	95	-1,645
75	-0,674	96	-1,751
80	-0,841	97	-1,881
85	-1,037	98	-2,054
90	-1,282	99	-2,327

FUENTE: AASHTO, *Guide for Design of Pavement Structures*, 1993.

$$Z_R = -0.841$$

#### 4.1.4.3 DESVIACIÓN ESTÁNDAR TOTAL “So”

De acuerdo a lo indicado en el fundamento teórico para el valor de Desviación Standard Total, debe encontrarse entre los siguientes parámetros (Tabla N° 23).

$$0,40 \leq S_o \leq 0,50 \quad (S_o = \text{Desviación estándar})$$



**Tabla N° 23:** Valores para la Desviación Estándar

CONDICIÓN DE DISEÑO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR (S <sub>0</sub> )	
	Pav. rígido	Pav. flexible
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito.	0.30	0.40
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito.	0.45	0.50

FUENTE: AASHTO, *Guide for Design of Pavement Structures*, 1993.

$$S_0 = 0.45$$

#### 4.1.4.4 PÉRDIDA O DIFERENCIA ENTRE ÍNDICES DE SERVICIO INICIAL Y TERMINAL “ $\Delta$ PSI”

$$\Delta PSI = p_o - p_t$$

Dónde:

**PSI** = Índice de Servicio Presente

**$\Delta$ PSI** = Diferencia entre los índices de servicio inicial u Original y el final o terminal deseado.

**P<sub>o</sub>** = Índice de servicio inicial

**P<sub>t</sub>** = Índice de servicio terminal



### Índice De Serviciabilidad Inicial (Po)

**Tabla Nº 24:** Valores Para El Índice De Serviciabilidad Inicial

Índice De Serviciabilidad Inicial (po)	
Tipo De Pavimento	Valor Inicial Deseable (Po)
Pavimentos Rígidos	4,5
Pavimentos Flexibles	4,2

FUENTE: AASHTO, *Guide for Design of Pavement Structures*, 1993.

### Índice De Serviciabilidad Final (Pt)

**Tabla 25:** Valores Para El Índice De Serviciabilidad Final

Índice De Serviciabilidad final(Pt)		
Tipo de carretera	Tipo de transito	Valor final (Pt)
Principales	Transito mayor	2,5 o mas
Secundarias	Transito menor	2,0

FUENTE: AASHTO, *Guide for Design of Pavement Structures*, 1993.

$$\Delta PSI = P_0 - P_T = 4.2 - 2.0 = 2.2$$

FINALMENTE TENEMOS:

$$\Delta PSI = 2.2$$

#### 4.1.4.5 MODULO DE LA RESILIENCIA

##### 4.1.4.5.1 CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE

Módulo resiliente de la subrasante: La base para la caracterización de los materiales de



subrasante en este método, es el módulo resiliente o elástico. Este módulo se determina con un equipo especial que no es de fácil adquisición y por tal motivo se han establecido correlaciones para determinarlo a partir de otros ensayos. Heukelom y Klomp, han encontrado una relación entre el Mr. medido en el campo y el CBR cte laboratorio para la misma densidad, se obtiene de la correlación con los CBR mediante las siguientes formulas:

Para los CBR < 10%

$$Mr = 1500 * CBR \text{ (psi)}$$

Para los CBR de 10% a 20%

$$Mr = 3000 * CBR^{0.65} \text{ (psi)}$$

Para los CBR > 20%

$$Mr = 4326 * \ln CBR + 241 \text{ (psi)}$$

El Método AASHTO 2002 propone una fórmula de correlación del Módulo de Resiliencia con el CBR que rige para todos los casos:

$$Mr = 2555 * CBR^{0.64} \text{ (psi).}$$

Módulo resiliente de la subrasante:

$$Mr = 2555 * (8.83)^{0.64} \text{ (psi).}$$

$$Mr_{\text{ subrasante}} = 10,299.25 \text{ (PSI)}$$



#### 4.1.4.5.2 CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA BASE GRANULAR

➤ Cantera La Sorpresa:

Para C.B.R. = 82.90 %

$$Mr._{base} = 43,178.33 \text{ (PSI)}$$

Para C.B.R. = 52.40 %

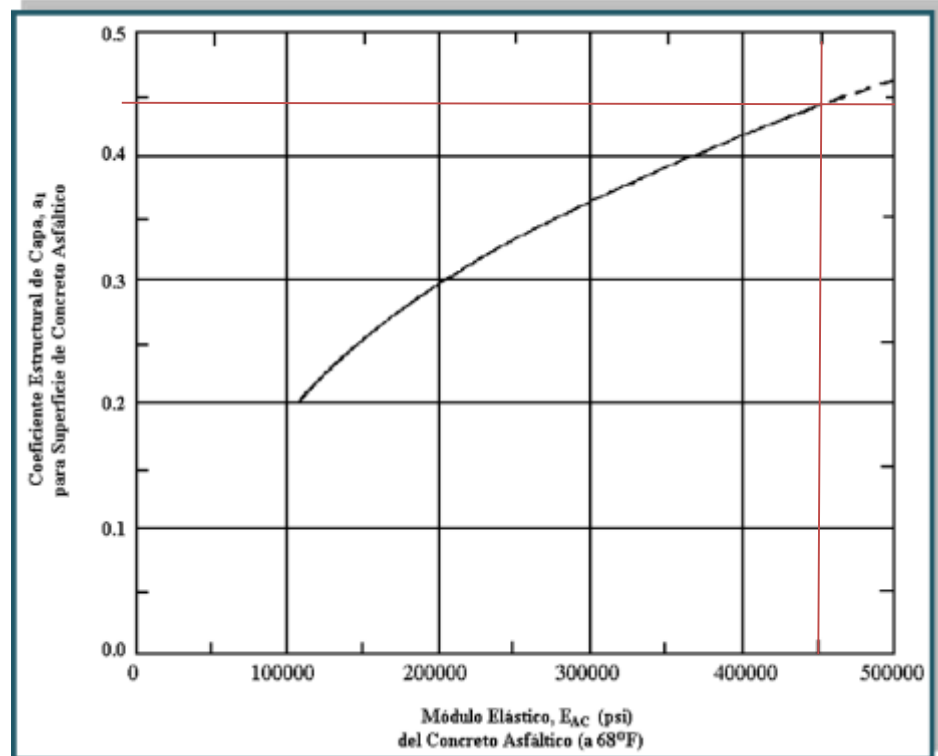
$$Mr._{sub\ base} = 32,193.11 \text{ (PSI)}$$

#### 4.1.4.6 DETERMINACION DE ESPESORES POR CAPAS

##### 4.1.4.6.1 COEFICIENTES DE CAPA

Se tienen los siguientes coeficientes estructurales para cada una de las capas del pavimento:

❖ **Carpeta Asfáltica (a1):**

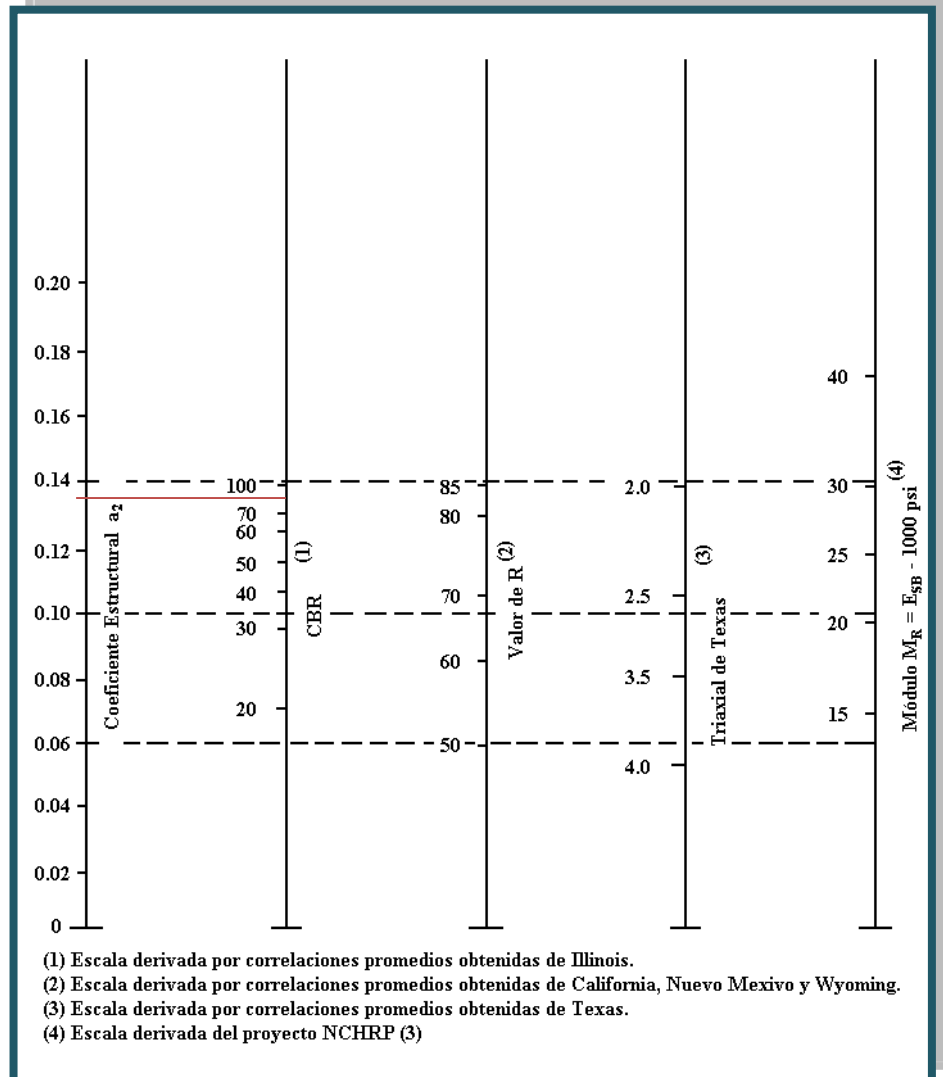


**Figura N°33:** Ábaco Para Estimar El Número Estructural De La Carpeta Asfáltica “A1”.

*Fuente: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.*

$$a_1 = 0.44$$

❖ Base Granular (a2):



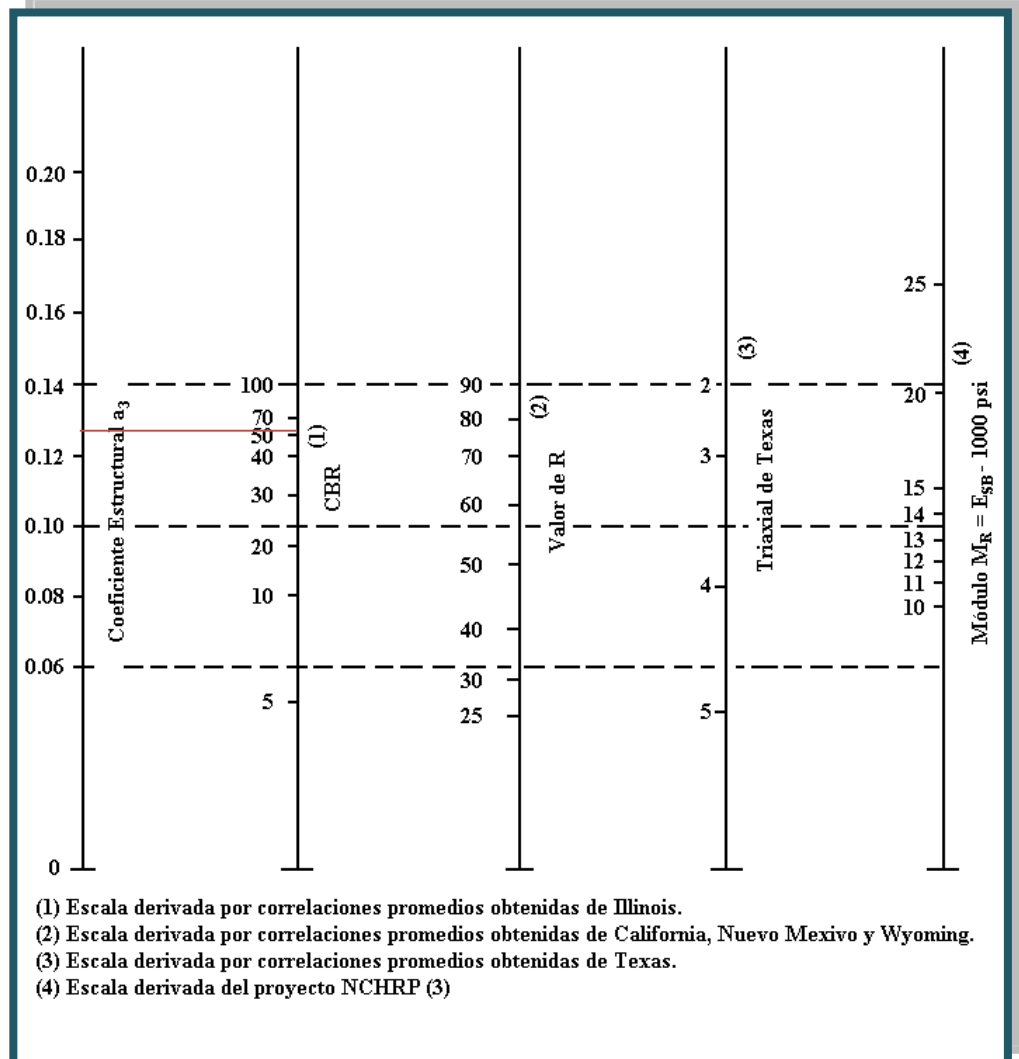
**Figura N°34:** Ábaco para estimar el número estructural de la capa base granular “a2”.

Fuente: AASHTO, *Guide for Design of Pavement Structures*, 1993.

a2 = 0.134



❖ **Sub base Granular (a3):**



**Figura N°35:** Ábaco para estimar el número estructural de la sub-base granular “a3”.

Fuente: AASHTO, *Guide for Design of Pavement Structures*, 1993.

a3 = 0.127



#### 4.1.4.6.2 COEFICIENTES DE DRENAJE

Considerando una calidad del drenaje Excelente:

**Tabla N° 26:** Valores Para El Índice De  
Serviciabilidad Final

Calidad del Drenaje	Tiempo que tarda el agua en ser Evacuada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	Agua no drena

FUENTE: AASHTO, *Guide for Design of Pavement Structures*, 1993

**Tabla N° 27:** Valores Recomendados Para Modificar  
Los Coeficientes Estructurales De Capa De Bases Y  
Sub bases Sin Tratamiento, En Pavimentos  
Flexibles.

Capacidad de Drenaje	% de tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación.			
	Menos del 1 %	1 a 5 %	5 a 25 %	Más del 25 %
Excelente	1,40 – 1,35	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
Bueno	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1,00
Regular	1,25 – 1,15	1,15 – 1,05	1,00 – 0,80	0,80
Malo	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Muy malo	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

FUENTE: AASHTO, *Guide for Design of Pavement Structures*, 1993



De acuerdo a las especificaciones para materiales de base y Sub-base y de las condiciones de drenaje, podemos asumir:

❖ **Base Granular:**

m2 = 1.30

❖ **Sub Base Granular:**

m3 = 1.30

#### 4.1.4.7 CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL “SN”

Se tienen los siguientes coeficientes estructurales para cada una de las capas del pavimento:

El método está basado en el cálculo del Número Estructural “SN” sobre la capa subrasante o cuerpo del terraplén. Para esto se dispone del Abaco 01 y de la ecuación siguiente:

$$\log W_{18} = Z_r \times S_0 + 9.36 \times \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log MR - 8.07$$

Donde:

**W18** = Tráfico equivalente o ESAL's. = 1.59x106

**ZR** = Desviación normal para Confiabilidad R = -0.841

**S0** = Desviación estándar = 0.45

**ΔPSI** = 2.2

**MR** = 14,702.94

**SN** = Numero Estructural

Los materiales son seleccionados para cada capa, de acuerdo a las recomendaciones del método, por tanto se conocen los módulos resiliente de cada capa. Usando el

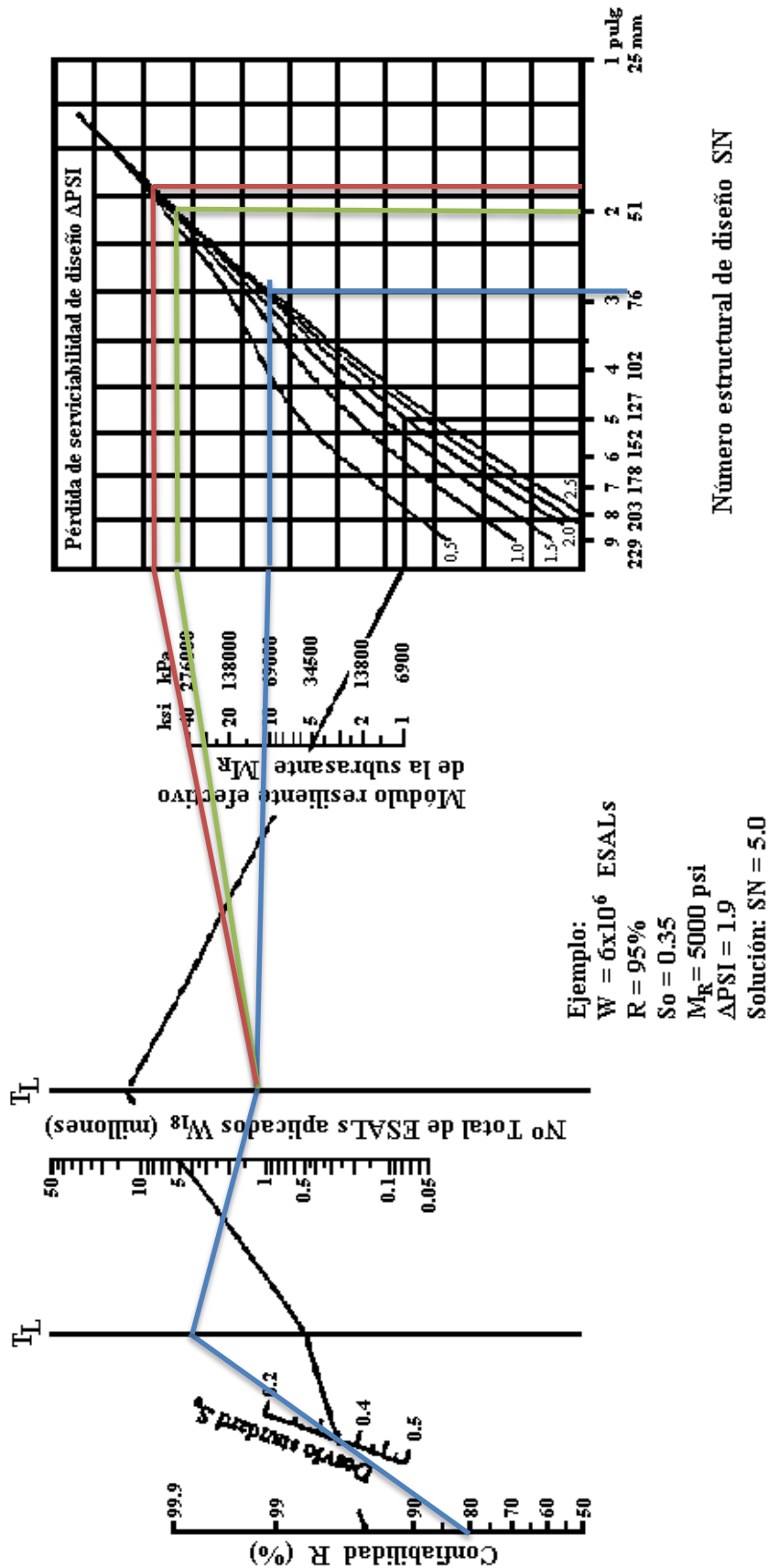


---

ábaco 01 se determinan los números estructurales requeridos para proteger cada capa no tratada, utilizando el módulo resiliente de la capa que se encuentra inmediatamente por debajo.



**ABACO O1: Ábaco de diseño AASHTO para pavimentos flexibles**





Confiabilidad (R%) = 80

SN1 = 1.75

SN2 = 2.00

SN3 = 2.90

El número estructural también se puede encontrar utilizando programas, a continuación se va utilizar el Programa desarrollado por el Sr. Ing. Luis Ricardo Vásquez en el año 2004 veamos:

### SUB RASANTE

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento  
 Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)  
80 % Zr=-0.841 So = 0.45

Serviciabilidad inicial y final  
PSI inicial 4.2 PSI final 2

Módulo resiliente de la subrasante  
Mr 10299.25 psi

Información adicional para pavimentos rígidos  
Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J)  
Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis  
 Calcular SN **W18 = 1588113.989**  
 Calcular W18

Número Estructural  
**SN = 2.98**

Calcular Salir



## SUB BASE

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento  
 Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)  
80 %  $Z_r = -0.841$  So 0.45

Serviciabilidad inicial y final  
PSI inicial 4.2 PSI final 2

Módulo resiliente de la subrasante  
Mr 32193.11 psi

Información adicional para pavimentos rígidos  
Módulo de elasticidad del concreto -  $E_c$  (psi)  Coeficiente de transmisión de carga - (J)   
Módulo de rotura del concreto -  $S_c$  (psi)  Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis  
 Calcular SN **W18 = 3113.989075120**  
 Calcular W18

Número Estructural  
SN = 1.97

Calcular Salir

## BASE

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento  
 Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)  
80 %  $Z_r = -0.841$  So 0.45

Serviciabilidad inicial y final  
PSI inicial 4.2 PSI final 2

Módulo resiliente de la subrasante  
Mr 43178.33 psi

Información adicional para pavimentos rígidos  
Módulo de elasticidad del concreto -  $E_c$  (psi)  Coeficiente de transmisión de carga - (J)   
Módulo de rotura del concreto -  $S_c$  (psi)  Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis  
 Calcular SN **W18 = 3113.989075120**  
 Calcular W18

Número Estructural  
SN = 1.75

Calcular Salir



Así también se puede calcular mediante hoja de Excel de cálculo por, por la cual usaremos estos valores ya que dan valores más exactos, se podrá ver en el Anexo de Diseño Estructural:

$$SN_1 = 1.749$$

$$SN_2 = 1.961$$

$$SN_3 = 2.976$$

#### 4.1.4.8 DETERMINACIÓN DE ESPESORES MINIMOS POR CAPAS EN FUNCION DEL SN

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

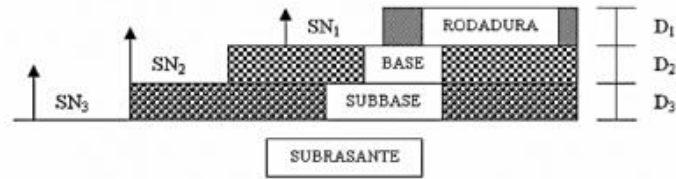
Dónde:

**a1, a2 y a3** = Coeficientes de capa representativos de carpeta, base y sub base respectivamente.

**D1, D2 y D3** = Espesor de la carpeta, base y sub base Respectivamente.

**m2 y m3** = Coeficientes de drenaje para base y sub base respectivamente.





$$\text{Capa 1: } D_1^* \geq \frac{SN_1}{a_1} \quad SN_1^* = a_1 \times D_1^* \geq SN_1$$

$$\text{Capa 2: } D_2^* \geq \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 \times m_2} \quad SN_1^* + SN_2^* \geq SN_2$$

$$\text{Capa 3: } D_3^* \geq \frac{SN_3 - (SN_1^* + SN_2^*)}{a_3 \times m_3}$$

(1)  $a$ ,  $D$ ,  $m$  y  $SN$  se han definido previamente y son valores mínimos requeridos.

(2) Un asterisco en los valores de  $D$  o  $SN$  indica que son los valores realmente usados y que deben ser mayores o iguales que los valores requeridos.

Para sacar el espesor  $D_1$  de la carpeta se considera el MR de la capa base y así se obtiene el  $SN_1$  que debe ser soportado por la carpeta asfáltica

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1}$$

Se adopta un espesor  $D_1$  ligeramente mayor y el número estructural absorbido por esta capa será:

$$SN_1 = a_1 \cdot D_1$$

$$a_1 = 0.44$$

$$SN_1 = 1.749$$

$$\text{Reemplazando: } 1.749 = 0.44 D_1 \Rightarrow D_1 = 1.749/0.44 = 3.97$$

La AASHTO 93 recomienda redondear el espesor a la  $\frac{1}{2}$  pulgada más cercana en nuestro caso:

$$D_1 = 4'' \text{ de carpeta asfáltica}$$

Para la verificación del espesor mínimo del concreto asfáltico recurriremos a la Normativa AASHTO



**Tabla N° 28:** Espesores Mínimos, En Pulgadas, En  
Función De Los Ejes Equivalentes.

TRANSITO (ESAL's) EN EJES EQUIVALENTES	CARPETAS DE CONCRETO ASFÁLTICO	BASES GRANULARES
Menor de 50,000	1.0 ó T.S.	4.0
50,001 - 150,000	2.0	4.0
150,001 - 500,000	2.5	4.0
500,001 - 2'000,000	3.0	6.0
2'000,001 - 7'000,000	3.5	6.0
Mayor de 7'000,000	4.0	6.0

FUENTE: AASHTO, *Guide for Design of Pavement Structures*,  
1993.

$$D1 = 4" > 3" \text{ Ok.}$$

Con este valor obtenido se recalcula el valor de SN:

$$SN1 \text{ REAL} = D1 \times a_1 = 4 \times 0.44 = 1.76$$

Para determinar el espesor mínimo de la capa base, se entra al ábaco con el MR de la sub-base, para obtener el número estructural SN2 que será absorbido por la carpeta y la capa base, de donde:

Se adopta un espesor D2 ligeramente mayor y el número estructural absorbido será:

$$D_2 \geq \frac{SN_2 - SN_1}{a_2 \cdot m_2} \geq \frac{SN_b}{a_2 \cdot m_2}$$

$$SN_b = a_2 \cdot m_2 \cdot D_2 \quad SN_b = \text{Número estructural de la base}$$

$$a_2 = 0.134$$

$$SN_2 = 1.961$$

$$m_2 = 1.30 \text{ (coeficiente de drenaje)}$$



$$D_2 = (1.961 - 1.76)/(0.134 \times 1.30) = 1.15''$$

Para la verificación del espesor mínimo del concreto asfáltico recurriremos a la Normativa AASHTO

$$D_2 = 1.13'' < 6''$$

Por lo Tanto el espesor mínimo se asumirá 6''.

Con este valor obtenido se recalcula el valor de SN:

$$SN_2 \text{ REAL} = D_2 \times a_2 \times m_2 = 6 \times 0.134 \times 1.30 = 1.045$$

Finalmente para la sub-base se ingresa con el MR que corresponde a la subrasante y se obtiene SN3 = SN para todo el paquete estructural, por tanto el espesor será:

$$D_3 \geq \frac{SN - (SN_1 - SN_2)}{a_3 \cdot m_3} \geq \frac{SN_{sb}}{a_3 \cdot m_3}$$

Se adopta un espesor D3 ligeramente mayor y el número estructural absorbido por la sub-base será:

$$SN_3 = a_3 \cdot m_3 \cdot D_3$$

SNsb = Número estructural de La

sub-base

$$a_3 = 0.127$$

$$SN_3 = 2.976$$

$$m_3 = 1.30 \text{ (coeficiente de drenaje)}$$

$$D_3 = (2.976 - (1.76 - 1.045))/(0.127 \times 1.30) = 1.04$$

Para la verificación del espesor mínimo del concreto asfáltico recurriremos a la Normativa AASHTO

$$D_2 = 1.04'' < 6''$$

Por lo Tanto el espesor mínimo se asumirá 6”.

Con este valor obtenido se recalcula el valor de SN:

$$SN_3 \text{ REAL} = D_3 \times a_3 \times m_3 = 6 \times 0.127 \times 1.3 = 0.991$$

Debe cumplir:

La suma de los números estructurales de las capas que constituyen el pavimento debe ser mayor o igual a:

$$SN_1 + SN_2 + SN_3 \geq SN(\text{subrasante})$$

$$1.760 + 1.045 + 0.991 \geq 2.976$$

$$3.800 \geq 2.976 \quad \text{ok.}$$

De esta forma se resumen:

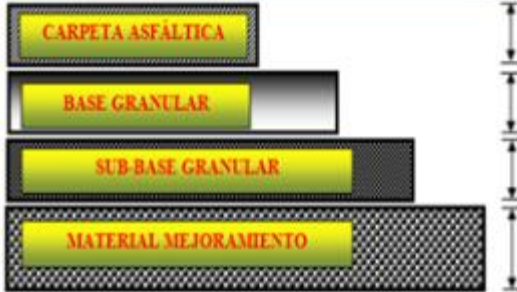
Alternativa 1

Carpeta asfáltica  $D_1 = 4 \text{ pulg} \Rightarrow 10.00 \text{ cm}$

Base granular  $D_2 = 6 \text{ pulg.} \Rightarrow 20.00 \text{ cm}$

Sub base granular  $D_3 = 6 \text{ pulg} \Rightarrow 20.00 \text{ cm}$

El Paquete estructural es de  $(10+20+20) = 50 \text{ cm}$

	CALCULADO	ASUMIDO
	10.16 cm	10 cm
	15.24 cm	20 cm
	15.24 cm	20 cm
	$\Sigma$	50 cm



#### 4.1.4.9 DETERMINACIÓN DE ESPEORES MINIMOS POR CAPAS EN FUNCION DEL SN

A continuación se presenta la hoja de resumen del  
diseño estructural del pavimento flexible.

RESUMEN DISEÑO ESTRUCTURAL PAVIMENTO AASHTO 93																	
UBICACIÓN	: NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH																
DIRECCIÓN	: H.U. NICOLAS GARATEA																
CALICATA	: C - 15																
DATOS DE LA MUESTRA																	
CLASF. (SUCS)	: SP																
CLASF. (AASHTO)	: A - 3																
1. Confiabilidad "R"		=	80%														
2. Desviación Standard Normal "ZR"		=	-0.841														
3. Desviación Standard Global o Total "So"		=	0.45														
4. Pérdida o Diferencia entre Índices de Servicio Inicial y Terminal ( $\Delta$ PSI)		=	2.20														
5. Modulo Resiliente (MR)																	
5.1. Modulo Resiliente Sub Rasante		=	10,299.25														
5.2. Modulo Resiliente Sub Base		=	32,193.11														
5.3. Modulo Resiliente Base		=	43,178.33														
6. Determinación de Espesores por Capas		=															
6.1. Coeficiente de Capa																	
6.1.1 Coef. De Capa de Carpetas Asfálticas (a1)		=	0.44														
6.1.2 Coef. De Capa de Base Granular (a2)		=	0.134														
6.1.3 Coef. De Capa de Sub Base Granular (a3)		=	0.127														
6.2. Coeficiente de Drenaje																	
6.2.1 Coef. De Drenaje de Base Granular (m1)		=	1.30														
6.2.2 Coef. De Drenaje de Sub Base Granular (m2)		=	1.30														
7. Calculo del Número Estructural																	
7.1. Número Estructural Carpeta Asfáltica (SN1)		=	1.7485														
7.2. Número Estructural Base Granular (SN1)		=	1.9605														
7.3. Número Estructural Sub Base Granular (SN1)		=	2.976														
8. Espesores																	
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>CAPAS</th> <th>CALCULADO</th> <th>ASUMIDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CARPETA ASFÁLTICA</td> <td>10.16</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>BASE GRANULAR</td> <td>15.24</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>SUB-BASE GRANULAR</td> <td>15.24</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>SUB RASANTE</td> <td>Σ</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table>	CAPAS	CALCULADO	ASUMIDO	CARPETA ASFÁLTICA	10.16	10	BASE GRANULAR	15.24	20	SUB-BASE GRANULAR	15.24	20	SUB RASANTE	Σ	50
CAPAS	CALCULADO	ASUMIDO															
CARPETA ASFÁLTICA	10.16	10															
BASE GRANULAR	15.24	20															
SUB-BASE GRANULAR	15.24	20															
SUB RASANTE	Σ	50															

Fuente: Elaboración Propia.



<b>RESUMEN DISEÑO ESTRUCTURAL PAVIMENTO</b>											
<b>AASHTO 93</b>											
UBICACIÓN	: NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH										
DIRECCIÓN	: PARCELA N° 03 SECTOR LOS ALAMOR - URB. BUENOS AIRES										
CALICATA	: C - 01										
DATOS DE LA MUESTRA											
CLASF. (SUCS)	: SP										
CLASF. (AASHTC)	: A - 3										
0. W18	= 3.66E+05										
1. Confiabilidad "R"	= 80%										
2. Desviación Standard Normal "ZR"	= -0.841										
3. Desviación Standard Global o Total "So"	= 0.45										
4. Pérdida o Diferencia entre Índices de Servicio Inicial y Terminal ( $\Delta$ PSI)	= 2.20										
5. Modulo Resiliente (MR)											
5.1. Modulo Resiliente Sub Rasante	= 10,792.80										
5.2. Modulo Resiliente Sub Base	= 32,193.11										
5.3. Modulo Resiliente Base	= 43,178.33										
6. Determinación de Espesores por Capas	=										
6.1. Coeficiente de Capa											
6.1.1 Coef. De Capa de Carpetas Asfálticas (a1)	= 0.44										
6.1.2 Coef. De Capa de Base Granular (a2)	= 0.134										
6.1.3 Coef. De Capa de Sub Base Granular (a3)	= 0.127										
6.2. Coeficiente de Drenaje											
6.2.1 Coef. De Drenaje de Base Granular (m1)	= 1.30										
6.2.2 Coef. De Drenaje de Sub Base Granular (m2)	= 1.30										
7. Calculo del Número Estructural											
7.1. Número Estructural Carpeta Asfáltica (SN1)	= 1.345										
7.2. Número Estructural Base Granular (SN1)	= 1.524										
7.3. Número Estructural Sub Base Granular (SN1)	= 2.33										
8. Espesores											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CALCULADO</th> <th>ASUMIDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7.62</td> <td>7.5</td> </tr> <tr> <td>10.16</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>10.16</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td><math>\Sigma</math></td> <td>37.5</td> </tr> </tbody> </table>	CALCULADO	ASUMIDO	7.62	7.5	10.16	15	10.16	15	$\Sigma$	37.5
CALCULADO	ASUMIDO										
7.62	7.5										
10.16	15										
10.16	15										
$\Sigma$	37.5										

Fuente: Elaboración Propia.



<b>RESUMEN DISEÑO ESTRUCTURAL PAVIMENTO AASHTO 93</b>																					
UBICACIÓN	: NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH																				
DIRECCIÓN	: P.J. VILLA MARIA AV. PERU																				
CALICATA	: C - 02																				
DATOS DE LA MUESTRA																					
CLASF. (SUCS)	: CH																				
CLASF. (AASHTO)	: A - 7 - 5																				
0. W18		=	1.62E+06																		
1. Confiabilidad "R"		=	80%																		
2. Desviación Standard Normal "ZR"		=	-0.841																		
3. Desviación Standard Global o Total "So"		=	0.45																		
4. Pérdida o Diferencia entre Índices de Servicio Inicial y Terminal ( $\Delta$ PSI)		=	2.20																		
5. Modulo Resiliente (MR)																					
5.1. Modulo Resiliente Sub Rasante		=	13,908.65																		
5.2. Modulo Resiliente Sub Base		=	32,193.11																		
5.3. Modulo Resiliente Base		=	43,178.33																		
6. Determinación de Espesores por Capas		=																			
6.1. Coeficiente de Capa																					
6.1.1 Coef. De Capa de Carpetas Asfálticas (a1)		=	0.44																		
6.1.2 Coef. De Capa de Base Granular (a2)		=	0.134																		
6.1.3 Coef. De Capa de Sub Base Granular (a3)		=	0.127																		
6.2. Coeficiente de Drenaje																					
6.2.1 Coef. De Drenaje de Base Granular (m1)		=	0.80																		
6.2.2 Coef. De Drenaje de Sub Base Granular (m2)		=	0.80																		
7. Calculo del Número Estructural																					
7.1. Número Estructural Carpeta Asfáltica (SN1)		=	1.755																		
7.2. Número Estructural Base Granular (SN1)		=	1.967																		
7.3. Número Estructural Sub Base Granular (SN1)		=	2.683																		
8. Espesores																					
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>CALCULADO</th> <th>ASUMIDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CARPETA ASFÁLTICA</td> <td>10.16</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>BASE GRANULAR</td> <td>15.24</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>SUB-BASE GRANULAR</td> <td>15.24</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>SUB RASANTE</td> <td>Over</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td><math>\Sigma</math></td> <td></td> <td>85</td> </tr> </tbody> </table>			CALCULADO	ASUMIDO	CARPETA ASFÁLTICA	10.16	10	BASE GRANULAR	15.24	15	SUB-BASE GRANULAR	15.24	20	SUB RASANTE	Over	40	$\Sigma$		85
	CALCULADO	ASUMIDO																			
CARPETA ASFÁLTICA	10.16	10																			
BASE GRANULAR	15.24	15																			
SUB-BASE GRANULAR	15.24	20																			
SUB RASANTE	Over	40																			
$\Sigma$		85																			
Nota: Se recomienda mejorar el suelo por Presencia de N.F. y de Geosintético.																					

Fuente: Elaboración Propia.



<b>RESUMEN DISEÑO ESTRUCTURAL PAVIMENTO AASHTO 93</b>												
UBICACIÓN	: NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH											
DIRECCIÓN	: AA.HH. H.U.P. GOLFO PERSICO											
CALICATA	: C - 03											
DATOS DE LA MUESTRA												
CLASF. (SUCS)	: SP											
CLASF. (AASHTO)	: A - 2 - 4											
0. W18		=	2.14E+05									
1. Confiabilidad "R"		=	80%									
2. Desviación Standard Normal "ZR"		=	-0.841									
3. Desviación Standard Global o Total "So"		=	0.45									
4. Pérdida o Diferencia entre Índices de Servicio Inicial y Terminal ( $\Delta$ PSI)		=	2.20									
5. Modulo Resiliente (MR)												
5.1. Modulo Resiliente Sub Rasante		=	11,281.05									
5.2. Modulo Resiliente Sub Base		=	32,193.11									
5.3. Modulo Resiliente Base		=	43,178.33									
6. Determinación de Espesores por Capas		=										
6.1. Coeficiente de Capa												
6.1.1 Coef. De Capa de Carpetas Asfálticas (a1)		=	0.44									
6.1.2 Coef. De Capa de Base Granular (a2)		=	0.134									
6.1.3 Coef. De Capa de Sub Base Granular (a3)		=	0.127									
6.2. Coeficiente de Drenaje												
6.2.1 Coef. De Drenaje de Base Granular (m1)		=	1.30									
6.2.2 Coef. De Drenaje de Sub Base Granular (m2)		=	1.30									
7. Calculo del Número Estructural												
7.1. Número Estructural Carpeta Asfáltica (SN1)		=	1.213									
7.2. Número Estructural Base Granular (SN1)		=	1.381									
7.3. Número Estructural Sub Base Granular (SN1)		=	2.102									
8. Espesores												
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>CALCULADO</th> <th>ASUMIDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7.62</td> <td>7.5</td> </tr> <tr> <td>10.16</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>10.16</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td><math>\Sigma</math></td> <td>37.5</td> </tr> </tbody> </table>	CALCULADO	ASUMIDO	7.62	7.5	10.16	15	10.16	15	$\Sigma$	37.5
CALCULADO	ASUMIDO											
7.62	7.5											
10.16	15											
10.16	15											
$\Sigma$	37.5											

Fuente: Elaboración Propia.





<b>RESUMEN DISEÑO ESTRUCTURAL PAVIMENTO</b>																	
<b>AASHTO 93</b>																	
UBICACIÓN	: NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH																
DIRECCIÓN	: AA.HH. 14 DE FEBRERO																
CALICATA	: C - 04																
DATOS DE LA MUESTRA																	
CLASF. (SUCS)	: SP - SM																
CLASF. (AASHTO)	: A - 1 - b																
0. W18		=	1.81E+05														
1. Confiabilidad "R"		=	80%														
2. Desviación Standard Normal "ZR"		=	-0.841														
3. Desviación Standard Global o Total "So"		=	0.45														
4. Pérdida o Diferencia entre Índices de Servicio Inicial y Terminal ( $\Delta$ PSI)		=	2.20														
5. Modulo Resiliente (MR)																	
5.1. Modulo Resiliente Sub Rasante		=	14,457.37														
5.2. Modulo Resiliente Sub Base		=	32,193.11														
5.3. Modulo Resiliente Base		=	43,178.33														
6. Determinación de Espesores por Capas		=															
6.1. Coeficiente de Capa																	
6.1.1 Coef. De Capa de Carpetas Asfálticas (a1)		=	0.44														
6.1.2 Coef. De Capa de Base Granular (a2)		=	0.134														
6.1.3 Coef. De Capa de Sub Base Granular (a3)		=	0.127														
6.2. Coeficiente de Drenaje																	
6.2.1 Coef. De Drenaje de Base Granular (m1)		=	1.30														
6.2.2 Coef. De Drenaje de Sub Base Granular (m2)		=	1.30														
7. Calculo del Número Estructural																	
7.1. Número Estructural Carpeta Asfáltica (SN1)		=	1.213														
7.2. Número Estructural Base Granular (SN1)		=	1.381														
7.3. Número Estructural Sub Base Granular (SN1)		=	1.8615														
8. Espesores																	
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>CALCULADO</th> <th>ASUMIDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>7.62</td> <td>7.5</td> </tr> <tr> <td></td> <td>10.16</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td></td> <td>10.16</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td></td> <td><math>\Sigma</math></td> <td>37.5</td> </tr> </tbody> </table>		CALCULADO	ASUMIDO		7.62	7.5		10.16	15		10.16	15		$\Sigma$	37.5
	CALCULADO	ASUMIDO															
	7.62	7.5															
	10.16	15															
	10.16	15															
	$\Sigma$	37.5															

Fuente: Elaboración Propia.



<b>RESUMEN DISEÑO ESTRUCTURAL PAVIMENTO</b>			
<b>AASHTO 93</b>			
UBICACIÓN	: NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH		
DIRECCIÓN	: PRIMERA ETAPA URB. BUENOS AIRES		
CALICATA	: C - 05		
DATOS DE LA MUESTRA			
CLASF. (SUCS)	: SP		
CLASF. (AASHTO)	: A - 3		
0. W18		=	1.09E+05
1. Confiabilidad "R"		=	80%
2. Desviación Standard Normal "ZR"		=	-0.841
3. Desviación Standard Global o Total "So"		=	0.45
4. Pérdida o Diferencia entre Índices de Servicio Inicial y Terminal ( $\Delta$ PSI)		=	2.20
5. Modulo Resiliente (MR)			
5.1. Modulo Resiliente Sub Rasante		=	8,565.25
5.2. Modulo Resiliente Sub Base		=	32,193.11
5.3. Modulo Resiliente Base		=	43,178.33
6. Determinación de Espesores por Capas		=	
6.1. Coeficiente de Capa			
6.1.1 Coef. De Capa de Carpetas Asfálticas (a1)		=	0.44
6.1.2 Coef. De Capa de Base Granular (a2)		=	0.134
6.1.3 Coef. De Capa de Sub Base Granular (a3)		=	0.127
6.2. Coeficiente de Drenaje			
6.2.1 Coef. De Drenaje de Base Granular (m1)		=	1.30
6.2.2 Coef. De Drenaje de Sub Base Granular (m2)		=	1.30
7. Calculo del Número Estructural			
7.1. Número Estructural Carpeta Asfáltica (SN1)		=	1.0585
7.2. Número Estructural Base Granular (SN1)		=	1.215
7.3. Número Estructural Sub Base Granular (SN1)		=	2.0905
8. Espesores			
		<b>CALCULADO</b>	<b>ASUMIDO</b>
		6.35	6.5
		10.16	15
		10.16	15
		$\Sigma$	36.5

Fuente: Elaboración Propia.



RESUMEN DISEÑO ESTRUCTURAL PAVIMENTO																	
AASHTO 93																	
UBICACIÓN	: NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH																
DIRECCIÓN	: PRIMERA DE MAYO																
CALICATA	: C - 06																
DATOS DE LA MUESTRA																	
CLASF. (SUCS)	: SP																
CLASF. (AASHTO)	: A - 2 - 4																
0. W18		=	5.60E+05														
1. Confiabilidad "R"		=	80%														
2. Desviación Standard Normal "ZR"		=	-0.841														
3. Desviación Standard Global o Total "So"		=	0.45														
4. Pérdida o Diferencia entre Índices de Servicio Inicial y Terminal ( $\Delta$ PSI)		=	2.20														
5. Modulo Resiliente (MR)																	
5.1. Modulo Resiliente Sub Rasante		=	9,745.89														
5.2. Modulo Resiliente Sub Base		=	32,193.11														
5.3. Modulo Resiliente Base		=	43,178.33														
6. Determinación de Espesores por Capas		=															
6.1. Coeficiente de Capa																	
6.1.1 Coef. De Capa de Carpetas Asfálticas (a1)		=	0.44														
6.1.2 Coef. De Capa de Base Granular (a2)		=	0.134														
6.1.3 Coef. De Capa de Sub Base Granular (a3)		=	0.127														
6.2. Coeficiente de Drenaje																	
6.2.1 Coef. De Drenaje de Base Granular (m1)		=	1.30														
6.2.2 Coef. De Drenaje de Sub Base Granular (m2)		=	1.30														
7. Calculo del Número Estructural																	
7.1. Número Estructural Carpeta Asfáltica (SN1)		=	1.4555														
7.2. Número Estructural Base Granular (SN1)		=	1.6435														
7.3. Número Estructural Sub Base Granular (SN1)		=	2.586														
8. Espesores																	
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>CALCULADO</th> <th>ASUMIDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>8.89</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td></td> <td>15.24</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td></td> <td>15.24</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td><math>\Sigma</math></td> <td></td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table>		CALCULADO	ASUMIDO		8.89	10		15.24	20		15.24	20	$\Sigma$		50
	CALCULADO	ASUMIDO															
	8.89	10															
	15.24	20															
	15.24	20															
$\Sigma$		50															

Fuente: Elaboración Propia.



<b>RESUMEN DISEÑO ESTRUCTURAL PAVIMENTO AASHTO 93</b>												
UBICACIÓN	: NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH											
DIRECCIÓN	: AA.HH. VILLA VICTORIA											
CALICATA	: C - 07											
DATOS DE LA MUESTRA												
CLASF. (SUCS)	: SP											
CLASF. (AASHTO)	: A - 2 - 4											
0. W18		=	1.51E+05									
1. Confiabilidad "R"		=	80%									
2. Desviación Standard Normal "ZR"		=	-0.841									
3. Desviación Standard Global o Total "So"		=	0.45									
4. Pérdida o Diferencia entre Índices de Servicio Inicial y Terminal ( $\Delta$ PSI)		=	2.20									
5. Modulo Resiliente (MR)												
5.1. Modulo Resiliente Sub Rasante		=	17,739.43									
5.2. Modulo Resiliente Sub Base		=	32,193.11									
5.3. Modulo Resiliente Base		=	43,178.33									
6. Determinación de Espesores por Capas		=										
6.1. Coeficiente de Capa												
6.1.1 Coef. De Capa de Carpetas Asfálticas (a1)		=	0.44									
6.1.2 Coef. De Capa de Base Granular (a2)		=	0.134									
6.1.3 Coef. De Capa de Sub Base Granular (a3)		=	0.127									
6.2. Coeficiente de Drenaje												
6.2.1 Coef. De Drenaje de Base Granular (m1)		=	1.30									
6.2.2 Coef. De Drenaje de Sub Base Granular (m2)		=	1.30									
7. Calculo del Número Estructural												
7.1. Número Estructural Carpeta Asfáltica (SN1)		=	1.1315									
7.2. Número Estructural Base Granular (SN1)		=	1.2935									
7.3. Número Estructural Sub Base Granular (SN1)		=	1.663									
8. Espesores												
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>CALCULADO</th> <th>ASUMIDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6.35</td> <td>6.5</td> </tr> <tr> <td>10.16</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>10.16</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td><math>\Sigma</math></td> <td>36.5</td> </tr> </tbody> </table>	CALCULADO	ASUMIDO	6.35	6.5	10.16	15	10.16	15	$\Sigma$	36.5
CALCULADO	ASUMIDO											
6.35	6.5											
10.16	15											
10.16	15											
$\Sigma$	36.5											

Fuente: Elaboración Propia.



<b>RESUMEN DISEÑO ESTRUCTURAL PAVIMENTO</b>											
<b>AASHTO 93</b>											
UBICACIÓN	: NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH										
DIRECCIÓN	: AA.HH. H.U.P. LUIS FELIPE DE LAS CASAS										
CALICATA	: C - 08										
DATOS DE LA MUESTRA											
CLASF. (SUCS)	: SM										
CLASF. (AASHTO)	: A - 1 - b										
0. W18	= 1.71E+05										
1. Confiabilidad "R"	= 80%										
2. Desviación Standard Normal "ZR"	= -0.841										
3. Desviación Standard Global o Total "So"	= 0.45										
4. Pérdida o Diferencia entre Índices de Servicio Inicial y Terminal ( $\Delta$ PSI)	= 2.20										
5. Modulo Resiliente (MR)											
5.1. Modulo Resiliente Sub Rasante	= 11,330.63										
5.2. Modulo Resiliente Sub Base	= 32,193.11										
5.3. Modulo Resiliente Base	= 43,178.33										
6. Determinación de Espesores por Capas	=										
6.1. Coeficiente de Capa											
6.1.1 Coef. De Capa de Carpetas Asfálticas (a1)	= 0.44										
6.1.2 Coef. De Capa de Base Granular (a2)	= 0.134										
6.1.3 Coef. De Capa de Sub Base Granular (a3)	= 0.127										
6.2. Coeficiente de Drenaje											
6.2.1 Coef. De Drenaje de Base Granular (m1)	= 1.30										
6.2.2 Coef. De Drenaje de Sub Base Granular (m2)	= 1.30										
7. Calculo del Número Estructural											
7.1. Número Estructural Carpeta Asfáltica (SN1)	= 1.161										
7.2. Número Estructural Base Granular (SN1)	= 1.325										
7.3. Número Estructural Sub Base Granular (SN1)	= 2.024										
8. Espesores											
	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>CALCULADO</th> <th>ASUMIDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6.35</td> <td>6.5</td> </tr> <tr> <td>10.16</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>10.16</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td><math>\Sigma</math></td> <td>36.5</td> </tr> </tbody> </table>	CALCULADO	ASUMIDO	6.35	6.5	10.16	15	10.16	15	$\Sigma$	36.5
CALCULADO	ASUMIDO										
6.35	6.5										
10.16	15										
10.16	15										
$\Sigma$	36.5										

*Fuente: Elaboración Propia.*



<b>RESUMEN DISEÑO ESTRUCTURAL PAVIMENTO AASHTO 93</b>												
UBICACIÓN	: NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH											
DIRECCIÓN	: H.U.P. CALIFORNIA											
CALICATA	: C - 09											
DATOS DE LA MUESTRA												
CLASF. (SUCS)	: SP - SM											
CLASF. (AASHTO)	: A - 3											
0. W18		=	1.72E+05									
1. Confiabilidad "R"		=	80%									
2. Desviación Standard Normal "ZR"		=	-0.841									
3. Desviación Standard Global o Total "So"		=	0.45									
4. Pérdida o Diferencia entre Índices de Servicio Inicial y Terminal ( $\Delta$ PSI)		=	2.20									
5. Modulo Resiliente (MR)												
5.1. Modulo Resiliente Sub Rasante		=	12,917.74									
5.2. Modulo Resiliente Sub Base		=	32,193.11									
5.3. Modulo Resiliente Base		=	43,178.33									
6. Determinación de Espesores por Capas		=										
6.1. Coeficiente de Capa												
6.1.1 Coef. De Capa de Carpetas Asfálticas (a1)		=	0.44									
6.1.2 Coef. De Capa de Base Granular (a2)		=	0.134									
6.1.3 Coef. De Capa de Sub Base Granular (a3)		=	0.127									
6.2. Coeficiente de Drenaje												
6.2.1 Coef. De Drenaje de Base Granular (m1)		=	1.30									
6.2.2 Coef. De Drenaje de Sub Base Granular (m2)		=	1.30									
7. Calculo del Número Estructural												
7.1. Número Estructural Carpeta Asfáltica (SN1)		=	1.1615									
7.2. Número Estructural Base Granular (SN1)		=	1.3255									
7.3. Número Estructural Sub Base Granular (SN1)		=	1.926									
8. Espesores												
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>CALCULADO</th> <th>ASUMIDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6.35</td> <td>6.5</td> </tr> <tr> <td>10.16</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>10.16</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td><math>\Sigma</math></td> <td>36.5</td> </tr> </tbody> </table>	CALCULADO	ASUMIDO	6.35	6.5	10.16	15	10.16	15	$\Sigma$	36.5
CALCULADO	ASUMIDO											
6.35	6.5											
10.16	15											
10.16	15											
$\Sigma$	36.5											

Fuente: Elaboración Propia.



<b>RESUMEN DISEÑO ESTRUCTURAL PAVIMENTO AASHTO 93</b>												
UBICACIÓN	: NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH											
DIRECCIÓN	: PRIMERA ETAPA U-1 BUENOS AIRES											
CALICATA	: C - 10											
DATOS DE LA MUESTRA												
CLASF. (SUCS)	: SP											
CLASF. (AASHTO)	: A - 3											
0. W18		=	1.10E+05									
1. Confiabilidad "R"		=	80%									
2. Desviación Standard Normal "ZR"		=	-0.841									
3. Desviación Standard Global o Total "So"		=	0.45									
4. Pérdida o Diferencia entre Índices de Servicio Inicial y Terminal ( $\Delta$ PSI)		=	2.20									
5. Modulo Resiliente (MR)												
5.1. Modulo Resiliente Sub Rasante		=	12,074.04									
5.2. Modulo Resiliente Sub Base		=	32,193.11									
5.3. Modulo Resiliente Base		=	43,178.33									
6. Determinación de Espesores por Capas		=										
6.1. Coeficiente de Capa												
6.1.1 Coef. De Capa de Carpetas Asfálticas (a1)		=	0.44									
6.1.2 Coef. De Capa de Base Granular (a2)		=	0.134									
6.1.3 Coef. De Capa de Sub Base Granular (a3)		=	0.127									
6.2. Coeficiente de Drenaje												
6.2.1 Coef. De Drenaje de Base Granular (m1)		=	1.30									
6.2.2 Coef. De Drenaje de Sub Base Granular (m2)		=	1.30									
7. Calculo del Número Estructural												
7.1. Número Estructural Carpeta Asfáltica (SN1)		=	1.061									
7.2. Número Estructural Base Granular (SN1)		=	1.2175									
7.3. Número Estructural Sub Base Granular (SN1)		=	1.836									
8. Espesores												
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>CALCULADO</th> <th>ASUMIDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6.35</td> <td>6.5</td> </tr> <tr> <td>10.16</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>10.16</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td><math>\Sigma</math></td> <td>36.5</td> </tr> </tbody> </table>	CALCULADO	ASUMIDO	6.35	6.5	10.16	15	10.16	15	$\Sigma$	36.5
CALCULADO	ASUMIDO											
6.35	6.5											
10.16	15											
10.16	15											
$\Sigma$	36.5											

Fuente: Elaboración Propia.



<b>RESUMEN DISEÑO ESTRUCTURAL PAVIMENTO AASHTO 93</b>											
UBICACIÓN	: NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH										
DIRECCIÓN	: PV SECTOR 5B-5C ZONA 5 URB BUENOS AIRES										
CALICATA	: C - 11										
DATOS DE LA MUESTRA											
CLASF. (SUCS)	: SP										
CLASF. (AASHTO)	: A - 3										
0. W18	= 1.75E+05										
1. Confiabilidad "R"	= 80%										
2. Desviación Standard Normal "ZR"	= -0.841										
3. Desviación Standard Global o Total "So"	= 0.45										
4. Pérdida o Diferencia entre Índices de Servicio Inicial y Terminal ( $\Delta$ PSI)	= 2.20										
5. Modulo Resiliente (MR)											
5.1. Modulo Resiliente Sub Rasante	= 16,801.73										
5.2. Modulo Resiliente Sub Base	= 32,193.11										
5.3. Modulo Resiliente Base	= 43,178.33										
6. Determinación de Espesores por Capas	=										
6.1. Coeficiente de Capa											
6.1.1 Coef. De Capa de Carpetas Asfálticas (a1)	= 0.44										
6.1.2 Coef. De Capa de Base Granular (a2)	= 0.134										
6.1.3 Coef. De Capa de Sub Base Granular (a3)	= 0.127										
6.2. Coeficiente de Drenaje											
6.2.1 Coef. De Drenaje de Base Granular (m1)	= 1.30										
6.2.2 Coef. De Drenaje de Sub Base Granular (m2)	= 1.30										
7. Calculo del Número Estructural											
7.1. Número Estructural Carpeta Asfáltica (SN1)	= 1.09										
7.2. Número Estructural Base Granular (SN1)	= 1.2485										
7.3. Número Estructural Sub Base Granular (SN1)	= 1.646										
8. Espesores											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CALCULADO</th> <th>ASUMIDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6.35</td> <td>6.5</td> </tr> <tr> <td>10.16</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>10.16</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td><math>\Sigma</math></td> <td>36.5</td> </tr> </tbody> </table>	CALCULADO	ASUMIDO	6.35	6.5	10.16	15	10.16	15	$\Sigma$	36.5
CALCULADO	ASUMIDO										
6.35	6.5										
10.16	15										
10.16	15										
$\Sigma$	36.5										

Fuente: Elaboración Propia.





<b>RESUMEN DISEÑO ESTRUCTURAL PAVIMENTO</b>																	
<b>AASHTO 93</b>																	
UBICACIÓN	: NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH																
DIRECCIÓN	: AA.HH. LAS FLORES																
CALICATA	: C - 12																
DATOS DE LA MUESTRA																	
CLASF. (SUCS)	: SP - SM																
CLASF. (AASHTC)	: A - 3																
1. Confiabilidad "R"		=	80%														
2. Desviación Standard Normal "ZR"		=	-0.841														
3. Desviación Standard Global o Total "So"		=	0.45														
4. Pérdida o Diferencia entre Índices de Servicio Inicial y Terminal ( $\Delta$ PSI)		=	2.20														
5. Modulo Resiliente (MR)																	
5.1. Modulo Resiliente Sub Rasante		=	13,107.54														
5.2. Modulo Resiliente Sub Base		=	32,193.11														
5.3. Modulo Resiliente Base		=	43,178.33														
6. Determinación de Espesores por Capas		=															
6.1. Coeficiente de Capa																	
6.1.1 Coef. De Capa de Carpetas Asfálticas (a1)		=	0.44														
6.1.2 Coef. De Capa de Base Granular (a2)		=	0.134														
6.1.3 Coef. De Capa de Sub Base Granular (a3)		=	0.127														
6.2. Coeficiente de Drenaje																	
6.2.1 Coef. De Drenaje de Base Granular (m1)		=	1.30														
6.2.2 Coef. De Drenaje de Sub Base Granular (m2)		=	1.30														
7. Calculo del Número Estructural																	
7.1. Número Estructural Carpeta Asfáltica (SN1)		=	1.751														
7.2. Número Estructural Base Granular (SN1)		=	1.9625														
7.3. Número Estructural Sub Base Granular (SN1)		=	2.735														
8. Espesores																	
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>CALCULADO</th> <th>ASUMIDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CARPETA ASFÁLTICA</td> <td>10.16</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>BASE GRANULAR</td> <td>15.24</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>SUB-BASE GRANULAR</td> <td>15.24</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>SUB RASANTE</td> <td>Σ</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table>		CALCULADO	ASUMIDO	CARPETA ASFÁLTICA	10.16	10	BASE GRANULAR	15.24	20	SUB-BASE GRANULAR	15.24	20	SUB RASANTE	Σ	50
	CALCULADO	ASUMIDO															
CARPETA ASFÁLTICA	10.16	10															
BASE GRANULAR	15.24	20															
SUB-BASE GRANULAR	15.24	20															
SUB RASANTE	Σ	50															

Fuente: Elaboración Propia.



<b>RESUMEN DISEÑO ESTRUCTURAL PAVIMENTO AASHTO 93</b>												
UBICACIÓN	: NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH											
DIRECCIÓN	: URB. CASUARINAS											
CALICATA	: C - 13											
DATOS DE LA MUESTRA												
CLASF. (SUCS)	: SP - SM											
CLASF. (AASHTO)	: A - 3											
0. W18		=	1.63E+05									
1. Confiabilidad "R"		=	80%									
2. Desviación Standard Normal "ZR"		=	-0.841									
3. Desviación Standard Global o Total "So"		=	0.45									
4. Pérdida o Diferencia entre Índices de Servicio Inicial y Terminal ( $\Delta$ PSI)		=	2.20									
5. Modulo Resiliente (MR)												
5.1. Modulo Resiliente Sub Rasante		=	14,346.10									
5.2. Modulo Resiliente Sub Base		=	32,193.11									
5.3. Modulo Resiliente Base		=	43,178.33									
6. Determinación de Espesores por Capas		=										
6.1. Coeficiente de Capa												
6.1.1 Coef. De Capa de Carpetas Asfálticas (a1)		=	0.44									
6.1.2 Coef. De Capa de Base Granular (a2)		=	0.134									
6.1.3 Coef. De Capa de Sub Base Granular (a3)		=	0.127									
6.2. Coeficiente de Drenaje												
6.2.1 Coef. De Drenaje de Base Granular (m1)		=	1.30									
6.2.2 Coef. De Drenaje de Sub Base Granular (m2)		=	1.30									
7. Calculo del Número Estructural												
7.1. Número Estructural Carpeta Asfáltica (SN1)		=	1.15									
7.2. Número Estructural Base Granular (SN1)		=	1.3135									
7.3. Número Estructural Sub Base Granular (SN1)		=	1.834									
8. Espesores												
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>CALCULADO</th> <th>ASUMIDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6.35</td> <td>6.5</td> </tr> <tr> <td>10.16</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>10.16</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td><math>\Sigma</math></td> <td>36.5</td> </tr> </tbody> </table>	CALCULADO	ASUMIDO	6.35	6.5	10.16	15	10.16	15	$\Sigma$	36.5
CALCULADO	ASUMIDO											
6.35	6.5											
10.16	15											
10.16	15											
$\Sigma$	36.5											

Fuente: Elaboración Propia.



<b>RESUMEN DISEÑO ESTRUCTURAL PAVIMENTO AASHTO 93</b>																	
UBICACIÓN	: NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH																
DIRECCIÓN	: H.U. NICOLAS GARATEA (AV. Universitaria.)																
CALICATA	: C - 14																
DATOS DE LA MUESTRA																	
CLASF. (SUCS)	: SP																
CLASF. (AASHTO)	: A - 2 - 4																
1. Confiabilidad "R"		=	80%														
2. Desviación Standard Normal "ZR"		=	-0.841														
3. Desviación Standard Global o Total "So"		=	0.45														
4. Pérdida o Diferencia entre Índices de Servicio Inicial y Terminal ( $\Delta$ PSI)		=	2.20														
5. Modulo Resiliente (MR)																	
5.1. Modulo Resiliente Sub Rasante		=	9,707.34														
5.2. Modulo Resiliente Sub Base		=	32,193.11														
5.3. Modulo Resiliente Base		=	43,178.33														
6. Determinación de Espesores por Capas		=															
6.1. Coeficiente de Capa																	
6.1.1 Coef. De Capa de Carpetas Asfálticas (a1)		=	0.44														
6.1.2 Coef. De Capa de Base Granular (a2)		=	0.134														
6.1.3 Coef. De Capa de Sub Base Granular (a3)		=	0.127														
6.2. Coeficiente de Drenaje																	
6.2.1 Coef. De Drenaje de Base Granular (m1)		=	1.30														
6.2.2 Coef. De Drenaje de Sub Base Granular (m2)		=	1.30														
7. Calculo del Número Estructural																	
7.1. Número Estructural Carpeta Asfáltica (SN1)		=	1.751														
7.2. Número Estructural Base Granular (SN1)		=	1.9625														
7.3. Número Estructural Sub Base Granular (SN1)		=	2.812														
8. Espesores																	
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>CALCULADO</th> <th>ASUMIDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>10.16</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td></td> <td>15.24</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td></td> <td>15.24</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td><math>\Sigma</math></td> <td></td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table>		CALCULADO	ASUMIDO		10.16	10		15.24	20		15.24	20	$\Sigma$		50
	CALCULADO	ASUMIDO															
	10.16	10															
	15.24	20															
	15.24	20															
$\Sigma$		50															

Fuente: Elaboración Propia.



<b>RESUMEN DISEÑO ESTRUCTURAL PAVIMENTO</b>			
<b>AASHTO 93</b>			
UBICACIÓN	: NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH		
DIRECCIÓN	: UPIS VILLA SAN LUIS PARCELA 8 - 9		
CALICATA	: C - 16		
DATOS DE LA MUESTRA			
CLASF. (SUCS)	: SP		
CLASF. (AASHTO)	: A - 3		
0. W18		=	1.64E+05
1. Confiabilidad "R"		=	80%
2. Desviación Standard Normal "ZR"		=	-0.841
3. Desviación Standard Global o Total "So"		=	0.45
4. Pérdida o Diferencia entre Índices de Servicio Inicial y Terminal ( $\Delta$ PSI)		=	2.20
5. Modulo Resiliente (MR)			
5.1. Modulo Resiliente Sub Rasante		=	10,284.32
5.2. Modulo Resiliente Sub Base		=	32,193.11
5.3. Modulo Resiliente Base		=	43,178.33
6. Determinación de Espesores por Capas		=	
6.1. Coeficiente de Capa			
6.1.1 Coef. De Capa de Carpetas Asfálticas (a1)		=	0.44
6.1.2 Coef. De Capa de Base Granular (a2)		=	0.134
6.1.3 Coef. De Capa de Sub Base Granular (a3)		=	0.127
6.2. Coeficiente de Drenaje			
6.2.1 Coef. De Drenaje de Base Granular (m1)		=	1.30
6.2.2 Coef. De Drenaje de Sub Base Granular (m2)		=	1.30
7. Calculo del Número Estructural			
7.1. Número Estructural Carpeta Asfáltica (SN1)		=	1.1515
7.2. Número Estructural Base Granular (SN1)		=	1.315
7.3. Número Estructural Sub Base Granular (SN1)		=	2.086
8. Espesores			
		<b>CALCULADO</b>	<b>ASUMIDO</b>
		6.35	6.5
		10.16	15
		10.16	15
		$\Sigma$	36.5

Fuente: Elaboración Propia.



<b>RESUMEN DISEÑO ESTRUCTURAL PAVIMENTO</b>												
<b>AASHTO 93</b>												
UBICACIÓN	: NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH											
DIRECCIÓN	: AA.HH. LAS QUINTANAS											
CALICATA	: C - 17											
DATOS DE LA MUESTRA												
CLASF. (SUCS)	: SP											
CLASF. (AASHTC)	: A - 3											
0. W18		=	1.10E+05									
1. Confiabilidad "R"		=	80%									
2. Desviación Standard Normal "ZR"		=	-0.841									
3. Desviación Standard Global o Total "So"		=	0.45									
4. Pérdida o Diferencia entre Índices de Servicio Inicial y Terminal ( $\Delta$ PSI)		=	2.20									
5. Modulo Resiliente (MR)												
5.1. Modulo Resiliente Sub Rasante		=	11,499.72									
5.2. Modulo Resiliente Sub Base		=	32,193.11									
5.3. Modulo Resiliente Base		=	43,178.33									
6. Determinación de Espesores por Capas		=										
6.1. Coeficiente de Capa												
6.1.1 Coef. De Capa de Carpetas Asfálticas (a1)		=	0.44									
6.1.2 Coef. De Capa de Base Granular (a2)		=	0.134									
6.1.3 Coef. De Capa de Sub Base Granular (a3)		=	0.127									
6.2. Coeficiente de Drenaje												
6.2.1 Coef. De Drenaje de Base Granular (m1)		=	1.30									
6.2.2 Coef. De Drenaje de Sub Base Granular (m2)		=	1.30									
7. Calculo del Número Estructural												
7.1. Número Estructural Carpeta Asfáltica (SN1)		=	1.06									
7.2. Número Estructural Base Granular (SN1)		=	1.2165									
7.3. Número Estructural Sub Base Granular (SN1)		=	1.87									
8. Espesores												
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>CALCULADO</th> <th>ASUMIDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6.35</td> <td>6.5</td> </tr> <tr> <td>10.16</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>10.16</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td><math>\Sigma</math></td> <td>36.5</td> </tr> </tbody> </table>	CALCULADO	ASUMIDO	6.35	6.5	10.16	15	10.16	15	$\Sigma$	36.5
CALCULADO	ASUMIDO											
6.35	6.5											
10.16	15											
10.16	15											
$\Sigma$	36.5											

Fuente: Elaboración Propia.



<b>RESUMEN DISEÑO ESTRUCTURAL PAVIMENTO</b>											
<b>AASHTO 93</b>											
UBICACIÓN	: NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH										
DIRECCIÓN	: NUEVO CHIMBOTE - COSTADO 2° ETAPA UNS.										
CALICATA	: C - 18										
DATOS DE LA MUESTRA											
CLASF. (SUCS)	: SP										
CLASF. (AASHTO)	: A - 3										
0. W18	= 1.71E+05										
1. Confiabilidad "R"	= 80%										
2. Desviación Standard Normal "ZR"	= -0.841										
3. Desviación Standard Global o Total "So"	= 0.45										
4. Pérdida o Diferencia entre Índices de Servicio Inicial y Terminal ( $\Delta$ PSI)	= 2.20										
5. Modulo Resiliente (MR)											
5.1. Modulo Resiliente Sub Rasante	= 9,929.72										
5.2. Modulo Resiliente Sub Base	= 32,193.11										
5.3. Modulo Resiliente Base	= 43,178.33										
6. Determinación de Espesores por Capas	=										
6.1. Coeficiente de Capa											
6.1.1 Coef. De Capa de Carpetas Asfálticas (a1)	= 0.44										
6.1.2 Coef. De Capa de Base Granular (a2)	= 0.134										
6.1.3 Coef. De Capa de Sub Base Granular (a3)	= 0.127										
6.2. Coeficiente de Drenaje											
6.2.1 Coef. De Drenaje de Base Granular (m1)	= 1.30										
6.2.2 Coef. De Drenaje de Sub Base Granular (m2)	= 1.30										
7. Calculo del Número Estructural											
7.1. Número Estructural Carpeta Asfáltica (SN1)	= 1.1615										
7.2. Número Estructural Base Granular (SN1)	= 1.3256										
7.3. Número Estructural Sub Base Granular (SN1)	= 2.128										
8. Espesores											
	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>CALCULADO</th> <th>ASUMIDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6.35</td> <td>6.5</td> </tr> <tr> <td>10.16</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>10.16</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td><math>\Sigma</math></td> <td>36.5</td> </tr> </tbody> </table>	CALCULADO	ASUMIDO	6.35	6.5	10.16	15	10.16	15	$\Sigma$	36.5
CALCULADO	ASUMIDO										
6.35	6.5										
10.16	15										
10.16	15										
$\Sigma$	36.5										

*Fuente: Elaboración Propia.*



<b>RESUMEN DISEÑO ESTRUCTURAL PAVIMENTO</b>													
<b>AASHTO 93</b>													
UBICACIÓN	: NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH												
DIRECCIÓN	: AA.HH. VILLA MARIA												
CALICATA	: C - 20												
DATOS DE LA MUESTRA													
CLASF. (SUCS)	: SP												
CLASF. (AASHTO)	: A - 1 -b												
0. W18		=	1.85E+05										
1. Confiabilidad "R"		=	80%										
2. Desviación Standard Normal "ZR"		=	-0.841										
3. Desviación Standard Global o Total "So"		=	0.45										
4. Pérdida o Diferencia entre Índices de Servicio Inicial y Terminal ( $\Delta$ PSI)		=	2.20										
5. Modulo Resiliente (MR)													
5.1. Modulo Resiliente Sub Rasante		=	19,043.26										
5.2. Modulo Resiliente Sub Base		=	32,193.11										
5.3. Modulo Resiliente Base		=	43,178.33										
6. Determinación de Espesores por Capas		=											
6.1. Coeficiente de Capa													
6.1.1 Coef. De Capa de Carpetas Asfálticas (a1)		=	0.44										
6.1.2 Coef. De Capa de Base Granular (a2)		=	0.134										
6.1.3 Coef. De Capa de Sub Base Granular (a3)		=	0.127										
6.2. Coeficiente de Drenaje													
6.2.1 Coef. De Drenaje de Base Granular (m1)		=	1.30										
6.2.2 Coef. De Drenaje de Sub Base Granular (m2)		=	1.30										
7. Calculo del Número Estructural													
7.1. Número Estructural Carpeta Asfáltica (SN1)		=	1.1795										
7.2. Número Estructural Base Granular (SN1)		=	1.345										
7.3. Número Estructural Sub Base Granular (SN1)		=	1.675										
8. Espesores													
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>CALCULADO</th> <th>ASUMIDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6.35</td> <td>6.5</td> </tr> <tr> <td>10.16</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>10.16</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td><math>\Sigma</math></td> <td>36.5</td> </tr> </tbody> </table>		CALCULADO	ASUMIDO	6.35	6.5	10.16	15	10.16	15	$\Sigma$	36.5
CALCULADO	ASUMIDO												
6.35	6.5												
10.16	15												
10.16	15												
$\Sigma$	36.5												

Fuente: Elaboración Propia.



**Tabla N° 29:** Espesores de Pavimentos Según Muestra

Nº DE CALICATA	SUCS	AASHTO	CBR 100%	CBR 95%	Espesor de Carpeta	Espesor de Estructura (pulg.)	Espesor de Estructura Asumido (cm.)
C-01	SP	A-3	24.60%	9.50%	3	11.00	37.50
C-02	CH	A-7-5	19.56%	14.12%	4	16.00	85.00
C-03	SP	A-2-4	23.45%	10.18%	3	11.00	37.50
C-04	SP - SM	A-1-b	21.75%	15.00%	3	11.00	37.50
C-05	SP	A-3	8.83%	6.62%	2.5	10.50	36.50
C-06	SP	A-2-4	37.80%	8.10%	3.5	15.50	50.00
C-07	SP	A-2-4	34.65%	20.65%	2.5	10.50	36.50
C-08	SM	A-1-b	23.50%	10.25%	2.5	10.50	36.50
C-09	SP-SM	A-3	21.93%	12.58%	2.5	10.50	36.50
C-10	SP	A-3	25.75%	17.35%	2.5	10.50	36.50
C-11	SP	A-3	22.81%	18.97%	2.5	10.50	36.50
C-12	SP-SM	A-3	15.72%	12.87%	4	16.00	50.00
C-13	SP-SM	A-3	23.75%	14.82%	2.5	10.50	36.50
C-14	SP	A-2-4	15.40%	8.05%	4	16.00	50.00
C-15	SP	A - 3	14.09%	8.83%	4	16.00	50.00
C-16	SP	A-3	13.00%	8.81%	2.5	10.50	36.50
C-17	SP	A-3	15.64%	10.49%	2.5	10.50	36.50
C-18	SP	A-3	14.67%	8.34%	2.5	10.50	36.50
C-20	SP	A-1-b	34.16%	23.07%	2.5	10.50	36.50

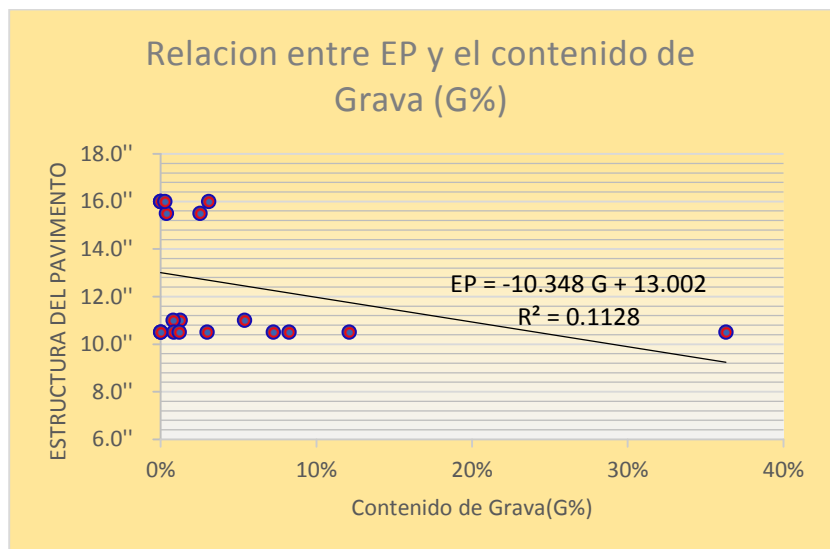
Fuente: Elaboración propia



## 4.1.5 RELACION ENTRE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO (EP) CON CADA PARAMETRO DEL SUELO

### 4.1.5.1 Relación entre la EP y el contenido de grava (%G)

Al graficar la EP en relación al contenido de grava (Figura N° 36) podemos observar que mientras mayor sea el contenido de grava, la estructura del pavimento no se ve fuertemente alterada, lo cual es comprensible ya que en un suelo con mayor contenido de grava, indica en su mayoría una mayor resistencia por lo cual no sería necesario sobredimensionar la estructura del pavimento.



**Figura N°36:** Relación entre la EP y el contenido de grava.

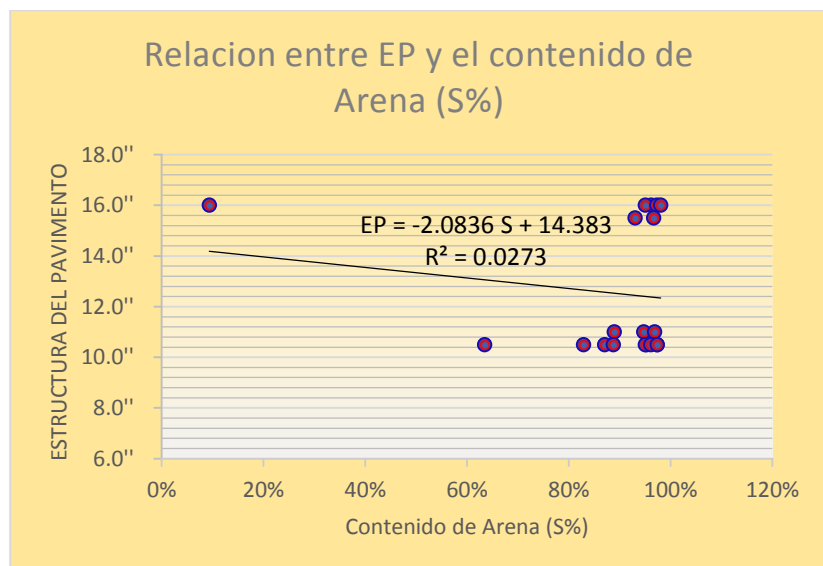
*Fuente: Elaboración Propia.*

Para contenidos de grava cercanos al 5 %. Se observa que la estructura del pavimento aumenta considerablemente, lo cual confirma que, mientras menor sea el contenido de

grava, menor será la resistencia de la sub-rasante y por lo mismo esto aumentaría el espesor del pavimento.

#### 4.1.5.2 Relación entre la EP y el contenido de arena (%S)

Se ha graficado la EP con el contenido de arena. Se observa que para contenidos de arena muy bajos el espesor del pavimento aumenta, sin embargo lo mismo ocurre cuando el contenido de arena es bastante elevado, observar. (Figura N° 37)



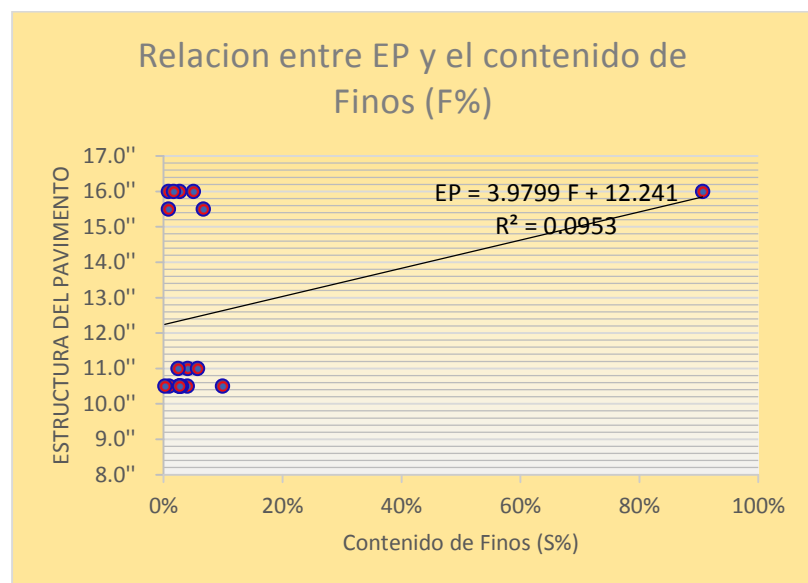
**Figura N°37:** Relación entre la EP y el contenido de Arena.

*Fuente: Elaboración Propia.*

De la gráfica también se puede apreciar que con valores se contenido de arena S% superiores al 80% se puede concebir estructuras de pavimentos regulares, Sin embargo, se nota que tampoco el contenido de arena es un factor determinante en la EP. Hay rangos en los cuales la EP se dispara, aún con contenidos de arena bajos.

#### 4.1.5.3 Relación entre la EP y el contenido de finos (%F)

Se ha graficado 20 muestras tomando de ellas, el contenido de finos (limos y arcillas) con su respectivo EP (Figura N° 38). El contenido de finos viene representado por el porcentaje que pasa el tamiz 200 en la curva granulométrica.



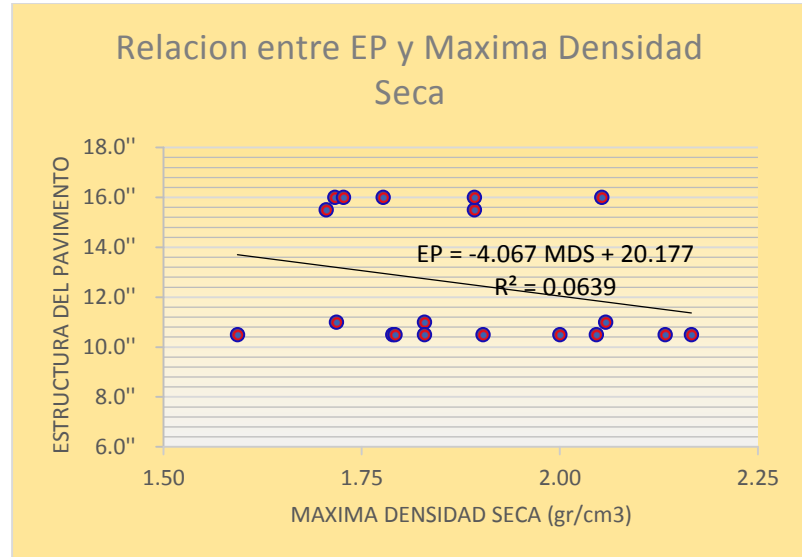
**Figura N°38:** Relación entre la EP y el contenido de Finos.

*Fuente: Elaboración Propia.*

Se puede Observar que para contenidos de Finos F% entre 0 y 20% se obtienen espesores de pavimento altos y Bajos, lo cual comprueba que en suelos con bajo contenido de Limos y/o Arcillas, existen otros factores que pueden determinar el espesor de un pavimento.

#### 4.1.5.4 Relación entre la EP y la Máxima Densidad Seca

Se comparó la máxima densidad seca (MDS) con la EP cuyos resultados se ven en la Figura N° 39.



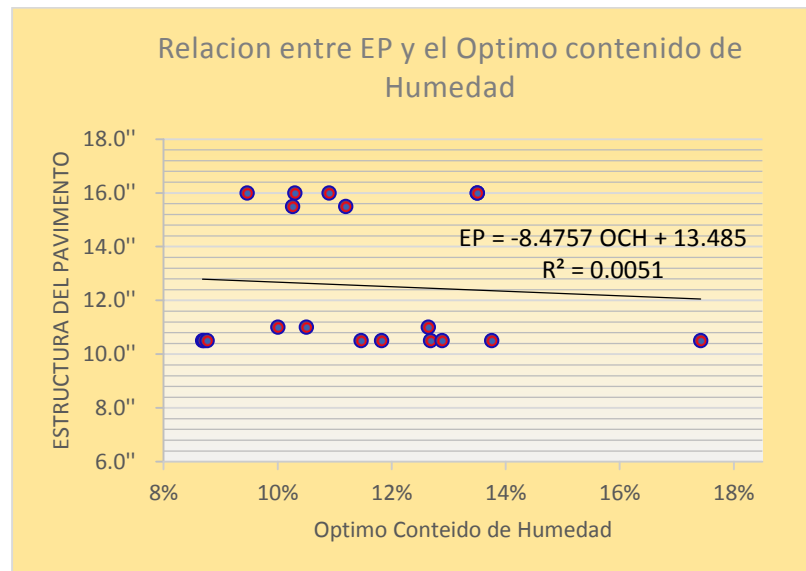
**Figura N°39:** Relación entre la EP y la Máxima Densidad Seca.

*Fuente: Elaboración Propia.*

En la Grafica se puede apreciar que mientras aumenta la Máxima densidad Seca, El Espesor del pavimento Tiende Normalizarse o mantenerse en los Mínimos Permisibles, Esto es muy lógico, dado que cuanto más compacto esté un suelo, su capacidad de soporte será mayor. Por lo cual hace aceptable un espesor mínimo según las características de la Sub-Rasante.

#### 4.1.5.5 Relación entre la EP y el Optimo Contenido de humedad .

Como último parámetro se analizó el OMC versus el EP  
Esta relación se Puede observar en la Figura N° 40



**Figura N°40:** Relación entre la EP y el Optimo Contenido de Humedad.

*Fuente: Elaboración Propia.*

El Contenido de Humedad guarda relación con el Grado de compactación del suelo, de esta manera se verifica que los suelos analizados alcanzan una máxima densidad seca con contenidos de Humedad entre 7% y 13%, esto significa que el Espesor de un Pavimento Puede Ser El mínimo Aceptable Mientras se garantice una Buena compactación bajo Condiciones de Humedad Optima.

Sin embargo mientras no se garantice Una buena compactación por seguridad se Buscara el estrato de Sub\_Rasante que mejores condiciones tenga para la proyección de un Pavimento.



## 4.2 DISCUSIÓN

El propósito de la correlación es poder estimar una variable dependiente (Estructura de un Pavimento “EP”) en función de una o más variables independientes. (G, S, F, MDS, OCH Y CBR).

Se verifica que hay una relación clara entre el CBR y los parámetros citados anteriormente, de esta manera siendo el CBR un parámetro fundamental para el diseño de un Pavimento, se puede inferir que la determinación del espesor de la estructura de un pavimento está fuertemente ligada a los parámetros del suelo, Sin embargo, no hay que olvidar que los espesores y tipo de pavimento guardan relación con el tráfico que fuese a circular por el pavimento durante su vida útil, por otro lado se pueden precisar algunos hallazgos preliminares:

- La relación entre el CBR y cada parámetro no es exclusiva. Es decir, se ve en muchos casos ciertas dispersiones alrededor de determinados valores, lo que indicaría la influencia simultánea de varios factores en un mismo valor de CBR.
- Dado que los suelos son una combinación de materiales (gravas, arenas y finos, de alta o baja plasticidad) con determinadas condiciones de compactación (OCH y MDS), se puede concluir que el CBR y con ello La Estructura de un Pavimento no depende de un único parámetro, sino de la combinación de varios de ellos, de modo que una interpretación múltiple al momento de estructurar un pavimento siempre será mejor que analizar las propiedades de la sub-rasante por separado.



---

---

## CAPITULO V

---

---

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



---

## 5.1 CONCLUSIONES

1. Del análisis de los resultados de nuestra investigación se puede concluir que efectivamente se da por aceptada la hipótesis, ya que para proyectar cualquier estructura de un pavimento debe conocerse las características de resistencia de la Sub-Rasante, y el CBR es un indicador de dicha resistencia, de esta manera en esta investigación se ha demostrado que las propiedades índice de los suelos determinan el valor del CBR, y siendo este un parámetro fundamental para el diseño de la estructura de los pavimentos, al aumento o disminución de su valor determina el espesor de la estructura de un pavimento
2. De la evaluación de las propiedades Índice de los suelos de Nuevo Chimbote, se concluye que efectivamente existen parámetros como el Contenido de Grava (G%), contenido de Arena (S%), Máxima densidad seca (MDS) y óptimo Contenido de Humedad (OCH), son determinantes para definir la capacidad de soporte de la Sub-Rasante, y por ello influyen bastante al momento de realizar un diseño de Pavimento, sin dejar de lado el Tráfico.
3. Se concluye que El CBR no depende de un único parámetro del suelo, sino de la combinación de varios de ellos, especialmente en determinados rangos de valores. Los parámetros más influyentes en el CBR son el %G, OCH, %F, MDS.





4. Se concluye que para el diseño y evaluación de un pavimento, se requiere de un parámetro conocido como él (CBR), en sentido si no se tiene un valor de CBR, Es imposible determinar el diseño de un pavimento.
5. Se concluye que de las propiedades y características estudiadas de los suelos, se obtiene un óptimo diseño de la estructura del pavimento, quedando la estructura de la siguiente manera.

UBICACIÓN DE LA MUESTRA	Nº DE CALICATA	CARPETA (Pulg)	BASE (Pulg)	SUB-BASE (Pulg)	MEJORAMIENTO	ESPESOR PAVIMENTO (pulg)	ESPESOR PAVIMENTO (cm)
PARCELA N° 03 SECTOR LOS ALAMOR - URB. BUENOS AIRES	C-01	3	4	4		11	37.5
AA.HH. VILLA MARIA AV. PERU	C-02	4	6	6	40 CM	16	85
AA.HH. GOLFO PERSICO	C-03	3	4	4		11	37.5
AA.HH. 14 DE FEBRERO	C-04	3	4	4		11	37.5
I ETAPA URB. BUENOS AIRES	C-05	2.5	4	4		10.5	36.5
AA.HH. 1 DE MAYO	C-06	3.5	6	6		15.5	50
AA.HH. VILLA VICTORIA	C-07	2.5	4	4		10.5	36.5
A.H. H.U.P. LUIS FELIPE DE LAS CASA	C-08	2.5	4	4		10.5	36.5
AA.HH. H.U.P. CALIFORNIA	C-09	2.5	4	4		10.5	36.5
PRIMERA ETAPA U-1 BUENOS AIRES	C-10	2.5	4	4		10.5	36.5
PV SECTOR 5B-5C ZONA 5 URB BUENOS AIRES	C-11	2.5	4	4		10.5	36.5
AA.HH. LAS FLORES	C-12	4	6	6		16	50
URB. CASUARINAS	C-13	2.5	4	4		10.5	36.5
URB. GARATEA - AV. UNIVERSITARIA	C-14	4	6	6		16	50
URB. GARATEA - AV- AGRARIA	C-15	4	6	6		16	50
UPIS VILLA SAN LUIS PARCELA 8 - 9	C-16	2.5	4	4		10.5	36.5
AA.HH. LAS QUINTANAS	C-17	2.5	4	4		10.5	36.5
COSTADO 2º ETAPA UNS.	C-18	2.5	4	4		10.5	36.5
AA.HH. VILLA MARIA JR. GONZALES PRADA	C-20	2.5	4	4		10.5	36.5

6. En la Capacidad Portante de los suelos CBR en laboratorio se tiene: CBR al 95% a nivel de subrasante valores que varían de 6.62 a 23.07%.
7. Del análisis en laboratorio, Contenido de Grava (G%) varia de 0.00 a 36.30%, el contenido de Arena (S%) varía entre 9.37 a 98.08%, contenido de finos (F%) varía entre 0.21 a 90.63%, Máxima densidad seca (MDS) varía entre 1.59 a 2.16 y optimo Contenido de Humedad (OCH) varía entre 8.21 a 13.00%.



- 
8. De los suelos analizados y estudiados en lo que corresponde a los ensayos de clasificación de suelos AASHTO, se tiene A-3 arena fina, A-2-4 grava y arena limosa o arcilla, A-1-b fragmento de roca grava y arena y según la clasificación SUCS, se tiene SM Arena Limosa, SP-SM Arena Mal Graduada con Limo, SP arena mal graduada. El suelo en estudio no presenta límite líquido ni límite plástico



---

## 5.2 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda ampliar la base de datos para desarrollar uno o varios modelos de correlación más complejos entre los parámetros de suelo, CBR y Espesor de los Pavimentos, tomando en cuenta la relación entre estos parámetros, su influencia en el comportamiento del suelo y el tipo y naturaleza del suelo.
2. Se recomienda que para la selección del CBR de diseño se defina el método de diseño sea AASHTO u otro para así poder determinar el CBR correcto ya que tienen distintas maneras de selección.
3. Se recomienda que siempre se realice una buena clasificación del suelo en diferentes estratos ya que ello nos dará una mejor perspectiva del suelo que soportara las cargas a las que se somete un pavimento
4. Se recomienda que cuando el suelo presente N.F. superficial o la capacidad de soporte de la sub rasante (CBR) sea menor que el 3% se realice un de la sub rasante.



## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

1. AASHTO – American Association of State Highway and Transportation Officials. (1993). Guide for Design of Pavement Structures, Washington, D. C.
2. ACOSTA Y ARGUEDA. Determinación De CBR De Diseño. (2005)
3. JUÁREZ B. E.; RICO R. A. “Mecánica de Suelos”. Tomo II. Teoría y Aplicaciones De La Mecánica de Suelos. Segunda Edición. Editorial Limusa. México. (1992)
4. MANUEL DE CARRETERAS MTC – Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción EG-2013.
5. MANUAL DE CARRETERAS – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos.
6. MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES PARA CARRETERA – EM 2000.
7. REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, Norma CE.01 Pavimentos Urbanos.



---

---

## CAPITULO VI

---

---

### ANEXOS



# **ANEXO N° 01**

## **PANEL FOTOGRÁFICO**



# **ANEXO N° 02**

## **MEMORÍA DE CÁLCULO**



**ANEXO N° 03**  
**RESULTADOS DE ENSAYO**  
**DE LABORATORIO**





**ANEXO N° 04**  
**PLANO DE UBICACIÓN DE**  
**CALICATAS**



**Foto N° 01:**

Se observa la excavación de calicatas para toma de muestras y ensayo ínsito

**Foto N° 02:**

Se observa la toma de Muestras por calicatas así como el ensayo de Densidad de Campo Ínsito





**Foto N° 03:**

Se observa los equipos de trabajo para muestreo y Densidad De campo en Terreno Natural

**Foto N° 04:**  
Ensayo de Densidad de Campo en terreno Natural a profundidad aproximada de Sub-Rasante





**Foto N° 05:**  
Pesado del Material  
natural como parte del  
ensayo de Densidad  
de Campo

**Foto N° 06:**  
Extracción de suelo  
para su Pesado  
como parte del  
ensayo de Densidad  
de Campo





**Foto N° 07:**

Toma de muestras mediante el uso del Barreno, para análisis y clasificación del suelo

**Foto N° 08:**

Toma de muestras mediante el uso del Barreno, para análisis y clasificación del suelo





**Foto N° 09:**

Toma de muestras mediante el uso del Barreno, para análisis y clasificación del suelo

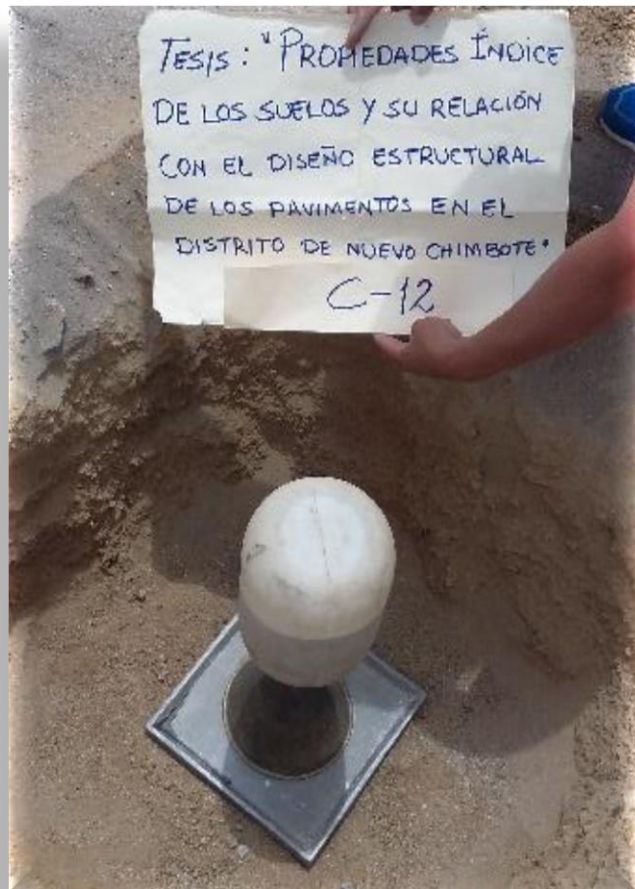
**Foto N° 10:**

Muestra de suelo, saturado Obtenido de la alicata N° 02 el C.P Villa María





**Foto N° 11:**  
Excavación de calicatas para toma de muestras y ensayos Insitu



**Foto N° 12:**  
Ensayo de Densidad de Campo en terreno natural a nivel de Sub-Rasante



**Foto N° 13:**  
Ensayo de Densidad  
de Campo en terreno  
natural a nivel de  
Sub-Rasante



**Foto N° 14:**  
Toma de muestras  
mediante el uso del  
Barreno, para análisis  
y clasificación del  
suelo





**Foto N° 15:**

Se Observa los sacos con las Muestras de las calicatas para el análisis correspondiente en el Laboratorio de la

**Foto N° 16:**

Juego de Tamices Para realizar el Análisis Granulométrico por tamizado de las Muestras por cada Calicata





**Foto N° 17:**  
Se muestra el  
Ensayo  
Granulométrico por  
Tamizado en el  
Laboratorio



**Foto N° 18:**  
Análisis Granulométrico Por  
Tamizado de las muestras en el  
Laboratorio



**Foto N° 19:**  
Imágenes realizando el  
Ensayo de  
Limite Liquido  
del terreno de  
Fundación de  
la zona de  
estudio

**Foto N° 20:**  
Ensayo del  
Limite Liquido  
con la copa de  
Casagrande





**Foto N° 21:**  
Se Observa las  
muestras para  
realizar el ensayo de  
Proctor Modificado

**Foto N° 22:**  
En la Imagen se  
observa realizando  
el ensayo de Proctor  
Modificado





**Foto N° 23:**

Toma de Muestras  
para obtener el  
contenido de  
humedad del Proctor  
Modificado

**Foto N° 24:**

Muestras de suelo  
húmedo para  
Ingresar al secado  
en el horno y  
obtener el contenido  
de Humedad





**Foto N° 25:**

Peso de las muestras antes de ingresar al horno de Secado para el contenido de humedad

**Foto N° 26:**

En la imagen se observa las Muestras para el Ensayo de CBR





**Foto N° 27:**

En la imagen se observa el preparado de las muestras con el óptimo contenido de

**Foto N° 28:**

Se muestra los Moldes de CBR listos para ponerlos a saturar en Agua por un periodo de 3 días





**Foto N° 29:**  
Ensayo CBR, 12 25  
56 golpes.

**Foto N° 30:**  
Enrazado de lo molde  
de CBR.







**Foto N° 31:**  
Pesando los moldes  
antes de ingresar al  
agua.



**Foto N° 32:**  
Pesando muestras  
sacadas para el  
Contenido de  
Humedad, CBR.



**Foto N° 33:**  
Muestras de CBR en saturación, para su posterior Penetración



**Foto N° 34:**  
Muestras de CBR en saturación, para su posterior Penetración



**Foto N° 35:**  
Se Observa a  
extracción de los  
moldes para  
someterlos a  
Penetración En la  
prensa de CBR

**Foto N° 36:**  
Se Observa el Ensayo  
de CBR en la prensa  
de la Universidad  
ULADECH - Chimbote





**Foto N° 37:**  
Se Observa el  
Ensayo de CBR  
en la prensa de  
la Universidad  
ULADECH -  
Chimbote



**Foto N° 38:**  
Moldes después del  
Ensayo de  
penetración en la  
Maquina de CBR





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE  
**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - SECTOR LOS ALAMOS - URB. BUENOS AIRES  
**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2016

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE**

Diseño de espesores de Pavimento de acuerdo a:

**1993 AASHTO Guide for Design of Pavements Structures**

**C-01 / PARCELA N° 03 SECTOR LOS ALAMOS - URB. BUENOS AIRES**

**DATOS:**

ESAL DE DISEÑO	3.66E+05
CONFIABILIDAD	80%
DESVIACION ESTÁNDAR NORMAL (Zr)	-0.841
SERV INICIAL (Po)	4.20
SERV FINAL (Pt)	2.00
Δ PSI	2.20
DESVIACION ESTANDAR TOTAL (So)	0.45
PERIODO DE DISEÑO (n)	20 Años

**DATOS DE SUELO**

CBR BASE (%)	82.90
CBR SUBBASE (%)	52.40
CBR SUBRASANTE (%)	9.50
ESTABILIO MARSHALL (N)	450,000
Modulo Resiliente Sub Rasante (Psi)	10,792.80
Modulo Resiliente Base (Psi)	43,178.33
Modulo Resiliente Sub-Base (Psi)	32,193.11



$$\text{Log}W_{18} = Z_r \cdot S_0 + 9.36 \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \left(\frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}\right)} + 2.32 \text{Log}M_r - 8.07$$

( ) = 5.563

( ) = 5.563

( ) = 5.563

NUMERO ESTRUCTURAL (SN) Sub - Rasante

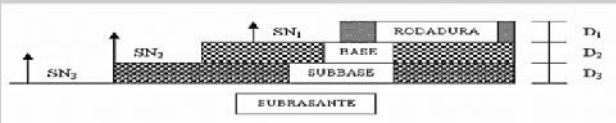
ITERAR **2.330** ok

NUMERO ESTRUCTURAL (SN1) Base

ITERAR **1.345** ok

NUMERO ESTRUCTURAL (SN2) Sub-Base

ITERAR **1.524** ok



$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} \quad D_2 \geq \frac{SN_2 - SN_1}{a_2 m_2} \quad D_3 \geq \frac{SN_3 - (SN_1 + SN_2)}{a_3 m_3}$$

CAPA DE MATERIAL	Coefficiente de Capa (a)	Coefficiente de Drenaje (m)	SN i	Espesor Calculado	ESPESOR (Pulg)	Numero Estructural de Capa (SN')	ESPESOR ASUMIDO (cm)	Numero Estructural de Capa (SN)
Carpeta Asfáltica	0.440	1.00	1.345	3.06	3.00	1.320	7.62	3.35
Base Granular	0.134	1.30	1.524	1.17	4.00	0.697	10.16	1.77
Sub-Base Granular	0.127	1.30	2.330	1.90	4.00	0.660	10.16	1.68
					11.00		27.94	

**Tabla N°13:** Espesores Mínimos, en Pulgadas, en función de Los Ejes

Equivalentes:

TRANSITO (EJEAL) EN LAS CARRETERAS	COEFICIENTE DE CONCRETO ASFALTICO	BASES EN CALZADAS
Menos de 70,000	1.50 TS	0.0
75,001 - 150,000	2.0	0.0
150,001 - 300,000	2.5	0.0
300,001 - 600,000	3.0	0.0
600,001 - 1,200,000	3.5	0.0
Más de 1,200,000	4.0	0.0

FIGURA AASHTO (3) Guía for Design of Pavement Structures, 1990

TS= tratamiento superficial con sellado

SN (Calculado) 2.680 6.800  
 SN (Requerido) 2.330 5.918  
**OK OK**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE  
**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - P.J. VILLA MARIA AV. PERU  
**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2016

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE**

Diseño de espesores de Pavimento de acuerdo a:

**1993 AASHTO Guide for Design of Pavements Structures**

**C-02 / P.J. VILLA MARIA AV. PERU**

**DATOS:**

ESAL DE DISEÑO	1.62E+06
CONFIABILIDAD	80%
DESVIACION ESTÁNDAR NORMAL (Zr)	-0.841
SERV INICIAL (Po)	4.20
SERV FINAL (Pt)	2.00
Δ PSI	2.20
DESVIACION ESTANDAR TOTAL (So)	0.45
PERIODO DE DISEÑO (n)	20 Años

**DATOS DE SUELO**

CBR BASE (%)	82.90
CBR SUBBASE (%)	52.40
CBR SUBRASANTE (%)	14.12
ESTABILIO MARSHALL (N)	450,000
Modulo Resiliente Sub Rasante (Psi)	13,908.65
Modulo Resiliente Base (Psi)	43,178.33
Modulo Resiliente Sub-Base (Psi)	32,193.11



$$\text{Log}W_{18} = Z_r + S_0 + 9.36\text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32\text{Log}M_r - 8.07$$

( )	=	( )
6.210	=	6.210
( )	=	( )
6.210	=	6.21
( )	=	( )
6.210	=	6.210

NUMERO ESTRUCTURAL (SN) Sub - Rasante

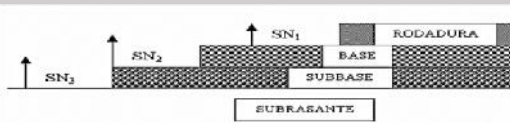
ITERAR **2.683** ok

NUMERO ESTRUCTURAL (SN1) Base

ITERAR **1.755** ok

NUMERO ESTRUCTURAL (SN2) Sub-Base

ITERAR **1.967** ok



$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} \quad D_2 \geq \frac{SN_2 - SN'_1}{a_2 m_2} \quad D_3 \geq \frac{SN_3 - (SN_1 + SN'_2)}{a_3 m_3}$$

CAPA DE MATERIAL	Coefficiente de Capa (a)	Coefficiente de Drenaje (m)	SN i	Espesor Calculado	ESPESOR (Pulg)	Numero Estructural de Capa (SN')	ESPESOR ASUMIDO (cm)	Numero Estructural de Capa (SN)
Carpeta Asfáltica	0.440	1.00	1.755	3.99	4.00	1.760	10.16	4.47
Base Granular	0.134	0.80	1.967	1.93	6.00	0.643	15.24	1.63
Sub-Base Granular	0.127	0.80	2.683	2.76	6.00	0.610	15.24	1.55
					16.00		40.64	

**Tabla N°13:** Espesores Mínimos, En Pulgadas, En Función De Los Tipos Equivalentes

TRANSITO (EAL) EN EQUIVALENTES	COEFICIENTE DE CONCRETO ASFÁLTICO	BASES GRANULARES
Menos de 25,000	1.0 ó 7.5	1.0
25,001 - 150,000	2.0	4.0
150,001 - 500,000	2.5	4.0
500,001 - 2,000,000	3.0	5.0
2,000,001 - 7,000,000	3.5	5.0
Mayor de 7,000,000	4.0	5.0

MANUAL AASHTO (1993) (Guía del Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993)  
 (U = Amortamiento superficial con aceites)

SN (Calculado)	3.010	7.650
SN (Requerido)	2.683	6.815
	<b>OK</b>	<b>OK</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - AA.HH. H.U.P. GOLFO PERSICO

**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2016

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE**

Diseño de espesores de Pavimento de acuerdo a:

**1993 AASHTO Guide for Design of Pavements Structures**

**C-03 / AA.HH. H.U.P. GOLFO PERSICO**

**DATOS:**

ESAL DE DISEÑO	2.14E+05
CONFIABILIDAD	80%
DESVIACION ESTÁNDAR NORMAL (Zr)	-0.841
SERV INICIAL (Po)	4.20
SERV FINAL (Pt)	2.00
Δ PSI	2.20
DESVIACION ESTANDAR TOTAL (So)	0.45
PERIODO DE DISEÑO (n)	20 Años

**DATOS DE SUELO**

CBR BASE (%)	82.90
CBR SUBBASE (%)	52.40
CBR SUBRASANTE (%)	10.18
ESTABILIO MARSHALL (N)	450,000
Modulo Resiliente Sub Rasante (Psi)	11,281.05
Modulo Resiliente Base (Psi)	43,178.33
Modulo Resiliente Sub-Base (Psi)	32,193.11



$$\text{Log } W_{18} = Z_r * S_0 + 9.36 \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log} \left( \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{0.40 + \left( \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}} \right)} + 2.32 \text{Log } M_r - 8.07$$

( )	=	( )
5.329	=	5.329
( )	=	( )
5.329	=	5.329
( )	=	( )
5.329	=	5.329

NUMERO ESTRUCTURAL (SN) Sub - Rasante

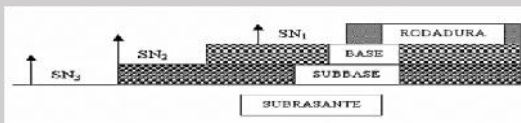
ITERAR **2.102** ok

NUMERO ESTRUCTURAL (SN1) Base

ITERAR **1.213** ok

NUMERO ESTRUCTURAL (SN2) Sub-Base

ITERAR **1.381** ok



$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} \quad D_2 \geq \frac{SN_2 - SN_1'}{a_2 m_2} \quad D_3 \geq \frac{SN_3 - (SN_1 + SN_2')}{a_3 m_3}$$

CAPA DE MATERIAL	Coefficiente de Capa (a)	Coefficiente de Drenaje (m)	SN i	Espesor Calculado	ESPOSOR (Pulg)	Numero Estructural de Capa (SN')	ESPOSOR ASUMIDO (cm)	Numero Estructural de Capa (SN)
Carpeta Asfáltica	0.440	1.00	1.213	2.76	3.00	1.320	7.62	3.35
Base Granular	0.134	1.30	1.381	0.35	4.00	0.697	10.16	1.77
Sub-Base Granular	0.127	1.30	2.102	0.51	4.00	0.660	10.16	1.68
					11.00		27.94	

Tabla N° 13: Espesores Mínimos, en Pulgadas, en Función Del tipo de Ecuivalente.

TRANSITO (EAL) EN EQUIVALENTES	CARPETAS DE CONCRETO ESPAL. (Pulg)	BASES GRANULARES
Mayor de 50,000	1.0 a 1.5	4.0
10,001 - 50,000	2.0	4.0
1,001 - 10,000	2.5	4.0
100,001 - 200,000	3.0	5.0
2,000,001 - 10,000,000	3.5	5.0
10,000,001 - 100,000,000	4.0	5.0

U.S. NATIONAL BUREAU OF STANDARDS, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.  
 1/3. Determinación superficial con selos

SN (Calculado)	2.680	6.800
SN (Requerido)	2.102	5.339
	<b>OK</b>	<b>OK</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
E.A.P. INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
: Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - AA.HH. 14 DE FEBRERO

**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2016

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE**

Diseño de espesores de Pavimento de acuerdo a:

**1993 AASHTO Guide for Design of Pavements Structures**

**C-04 / AA.HH. 14 DE FEBRERO**

**DATOS:**

ESAL DE DISEÑO	1.81E+05
CONFIABILIDAD	80%
DESVIACION ESTÁNDAR NORMAL (Zr)	-0.841
SERV INICIAL (Po)	4.20
SERV FINAL (Pt)	2.00
Δ PSI	2.20
DESVIACION ESTANDAR TOTAL (So)	0.45
PERIODO DE DISEÑO (n)	20 Años

**DATOS DE SUELO**

CBR BASE (%)	82.90
CBR SUBBASE (%)	52.40
CBR SUBRASANTE (%)	15.00
ESTABILIO MARSHALL (N)	450,000
Modulo Resiliente Sub Rasante (Psi)	14,457.37
Modulo Resiliente Base (Psi)	43,178.33
Modulo Resiliente Sub-Base (Psi)	32,193.11



$$\text{Log}W_{18} = Z_r \cdot S_0 + 9.36 \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log}M_r - 8.07$$

( ) = 5.259

( ) = 5.329

( ) = 5.329

NUMERO ESTRUCTURAL (SN) Sub - Rasante

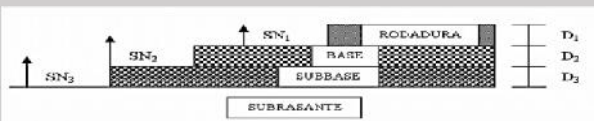
ITERAR **1.862** ok

NUMERO ESTRUCTURAL (SN1) Base

ITERAR **1.213** DISMINUIR

NUMERO ESTRUCTURAL (SN2) Sub-Base

ITERAR **1.381** DISMINUIR



$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} \quad D_2 \geq \frac{SN_2 - SN_1}{a_2 m_2} \quad D_3 \geq \frac{SN_3 - (SN_1 + SN_2)}{a_3 m_3}$$

CAPA DE MATERIAL	Coefficiente de Capa (a)	Coefficiente de Drenaje (m)	SN i	Espesor Calculado	ESPESOR (Pulg)	Numero Estructural de Capa (SN')	ESPESOR ASUMIDO (cm)	Numero Estructural de Capa (SN)
Carpeta Asfáltica	0.440	1.00	1.213	2.76	3.00	1.320	7.62	3.35
Base Granular	0.134	1.30	1.381	0.35	4.00	0.697	10.16	1.77
Sub-Base Granular	0.127	1.30	1.862	-0.94	4.00	0.660	10.16	1.68
					11.00		27.94	

**Tabla N° 13:** Espesores Mínimos, En Pulgadas, En Unión De Los Ejes

Equivalentes:

TRANSITO (EJEAL) EN EJES EQUIVALENTES	CARPETAS DE CONCRETO ASFALTICO	SUBSE GRANULAR
Menor de 50,000	1.5 a 1.5	0.5
50,001 - 100,000	2.0	0.5
100,001 - 500,000	2.5	1.0
500,001 - 1,000,000	3.0	1.0
1,000,001 - 7,000,000	3.5	1.0
Mayor de 7,000,000	4.0	1.0

CUARTO AASHTO, Guía for Design of Pavement Structures, 1993

T0= tratamiento superficial con sellos

SN (Calculado)	2.680	6.800
SN (Requerido)	1.862	4.728
	<b>OK</b>	<b>OK</b>





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PRIMERA ETAPA URB. BUENOS AIRES

**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2016

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE**

Diseño de espesores de Pavimento de acuerdo a:

**1993 AASHTO Guide for Design of Pavements Structures**

**C-05 / PRIMERA ETAPA URB. BUENOS AIRES**

**DATOS:**

ESAL DE DISEÑO	1.09E+05
CONFIABILIDAD	80%
DESVIACION ESTÁNDAR NORMAL (Zr)	-0.841
SERV INICIAL (Po)	4.20
SERV FINAL (Pt)	2.00
Δ PSI	2.20
DESVIACION ESTANDAR TOTAL (So)	0.45
PERIODO DE DISEÑO (n)	20 Años

**DATOS DE SUELO**

CBR BASE (%)	82.90
CBR SUBBASE (%)	52.40
CBR SUBRASANTE (%)	6.62
ESTABILIO MARSHALL (N)	450,000
Modulo Resiliente Sub Rasante (Psi)	8,565.25
Modulo Resiliente Base (Psi)	43,178.33
Modulo Resiliente Sub-Base (Psi)	32,193.11



$$\text{Log} W_{18} = Z_r \cdot S_0 + 9.36 \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log} \left( \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log} M_r - 8.07$$

( )	=	5.037
( )	=	5.037
( )	=	5.037

**NUMERO ESTRUCTURAL (SN) Sub - Rasante**

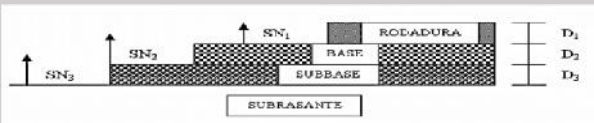
ITERAR **2.091** ok

**NUMERO ESTRUCTURAL (SN1) Base**

ITERAR **1.059** ok

**NUMERO ESTRUCTURAL (SN2) Sub-Base**

ITERAR **1.215** ok



$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} \quad D_2 \geq \frac{SN_2 - SN'_1}{a_2 m_2} \quad D_3 \geq \frac{SN_3 - (SN'_1 + SN'_2)}{a_3 m_3}$$

CAPA DE MATERIAL	Coefficiente de Capa (a)	Coefficiente de Drenaje (m)	SN i	Espesor Calculado	ESPESOR (Pulg)	Numero Estructural de Capa (SN')	ESPESOR ASUMIDO (cm)	Numero Estructural de Capa (SN)
Carpeta Asfáltica	0.440	1.00	1.059	2.41	2.50	1.100	6.35	2.79
Base Granular	0.134	1.30	1.215	0.66	4.00	0.697	10.16	1.77
Sub-Base Granular	0.127	1.30	2.091	1.78	4.00	0.660	10.16	1.68
					10.50		26.67	

**Tabla N° 13:** Espesores Mínimos, En Pulgadas, En Unión De Los Ejes

Equivalentes:

TRANSITO (EQUIV.) EN EJES EQUIVALENTES	CARPETAS DE CONCRETO ASFÁLTICO	SUBSE GRANULAR
Menor de 50,000	1.5 a 1.5	3.0
51,001 - 100,000	2.0	3.5
100,001 - 500,000	2.5	4.0
500,001 - 2,000,000	3.0	5.0
2,000,001 - 7,000,000	3.5	5.0
Mayor de 7,000,000	4.0	5.0

PLANTAS AASHTO, Guía for Design of Pavement Structures, 1993

T0= tratamiento superficial con sellos

SN (Calculado)	2.460	6.240
SN (Requerido)	2.091	5.310
	<b>OK</b>	<b>OK</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PRIMERA DE MAYO

**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2016

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE**

Diseño de espesores de Pavimento de acuerdo a:

**1993 AASHTO Guide for Design of Pavements Structures**

**C-06 / PRIMERA DE MAYO**

**DATOS:**

ESAL DE DISEÑO	5.60E+05
CONFIABILIDAD	80%
DESVIACION ESTÁNDAR NORMAL (Zr)	-0.841
SERV INICIAL (Po)	4.20
SERV FINAL (Pt)	2.00
Δ PSI	2.20
DESVIACION ESTANDAR TOTAL (So)	0.45
PERIODO DE DISEÑO (n)	20 Años

**DATOS DE SUELO**

CBR BASE (%)	82.90
CBR SUBBASE (%)	52.40
CBR SUBRASANTE (%)	8.10
ESTABILIO MARSHALL (N)	450,000
Modulo Resiliente Sub Rasante (Psi)	9,745.89
Modulo Resiliente Base (Psi)	43,178.33
Modulo Resiliente Sub-Base (Psi)	32,193.11



$$\text{Log } W_{18} = Z_r + S_0 + 9.36 \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log} \left( \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{0.40 + \left( \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}} \right)} + 2.32 \text{Log } M_r - 8.07$$

( )	=	( )
5.749	=	5.749
( )	=	( )
5.749	=	5.749
( )	=	( )
5.749	=	5.749

NUMERO ESTRUCTURAL (SN) Sub - Rasante

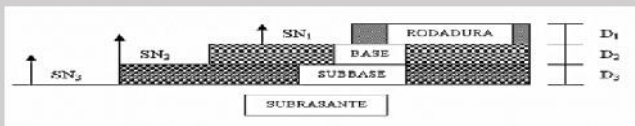
ITERAR **2.586** ok

NUMERO ESTRUCTURAL (SN1) Base

ITERAR **1.456** ok

NUMERO ESTRUCTURAL (SN2) Sub-Base

ITERAR **1.644** ok



$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} \quad D_2 \geq \frac{SN_2 - SN'_1}{a_2 m_2} \quad D_3 \geq \frac{SN_3 - (SN_1 + SN'_2)}{a_3 m_3}$$

CAPA DE MATERIAL	Coefficiente de Capa (a)	Coefficiente de Drenaje (m)	SN i	Espesor Calculado	ESPESOR (Pulg)	Numero Estructural de Capa (SN')	ESPESOR ASUMIDO (cm)	Numero Estructural de Capa (SN)
Carpeta Asfáltica	0.440	1.00	1.456	3.31	3.50	1.540	8.89	3.91
Base Granular	0.134	1.30	1.644	0.59	6.00	1.045	15.24	2.65
Sub-Base Granular	0.127	1.30	2.586	0.01	6.00	0.991	15.24	2.52
					15.50		39.37	

Tabla N° 13: Espesores Mínimos, en Pulgadas, en Unidades de 1 en 12. Equivalencias.

TRÁFICO (ESAL) EQUIVALENTE	CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO	BASE GRANULAR
Menor de 50,000	1.0 ó 1.5	1.0
50,001 - 150,000	2.0	1.0
150,001 - 500,000	2.5	1.0
500,001 - 2,000,000	3.0	1.0
2,000,001 - 7,000,000	3.5	1.0
Mayor de 7,000,000	4.0	1.0

FUENTE: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.  
 FIG. Tratamiento superficial con base

SN (Calculado)	3.580	9.080
SN (Requerido)	2.586	6.568
	<b>OK</b>	<b>OK</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACION CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - AA.HH. VILLA VICTORIA

**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2016

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE**

Diseño de espesores de Pavimento de acuerdo a:

**1993 AASHTO Guide for Design of Pavements Structures**

**C-07 / AA.HH. VILLA VICTORIA**

**DATOS:**

ESAL DE DISEÑO	1.51E+05
CONFIABILIDAD	80%
DESVIACION ESTÁNDAR NORMAL (Zr)	-0.841
SERV INICIAL (Po)	4.20
SERV FINAL (Pt)	2.00
Δ PSI	2.20
DESVIACION ESTANDAR TOTAL (So)	0.45
PERIODO DE DISEÑO (n)	20 Años

**DATOS DE SUELO**

CBR BASE (%)	82.90
CBR SUBBASE (%)	52.40
CBR SUBRASANTE (%)	20.65
ESTABILIO MARSHALL (N)	450,000
Modulo Resiliente Sub Rasante (Psi)	17,739.43
Modulo Resiliente Base (Psi)	43,178.33
Modulo Resiliente Sub-Base (Psi)	32,193.11



$$\log W_{18} = Z_r \cdot S_0 + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_r - 8.07$$

( )	=	( )
5.178	=	5.178
( )	=	( )
5.178	=	5.178
( )	=	( )
5.178	=	5.178

NUMERO ESTRUCTURAL (SN) Sub - Rasante

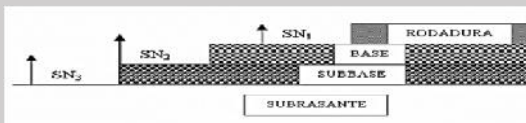
ITERAR **1.663** ok

NUMERO ESTRUCTURAL (SN1) Base

ITERAR **1.132** ok

NUMERO ESTRUCTURAL (SN2) Sub-Base

ITERAR **1.294** ok



$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} \quad D_2 \geq \frac{SN_2 - SN'_1}{a_2 m_2} \quad D_3 \geq \frac{SN_3 - (SN_1 + SN'_2)}{a_3 m_3}$$

CAPA DE MATERIAL	Coefficiente de Capa (a)	Coefficiente de Drenaje (m)	SN i	Espesor Calculado	ESPESOR (Pulg)	Numero Estructural de Capa (SN')	ESPESOR ASUMIDO (cm)	Numero Estructural de Capa (SN)
Carpeta Asfáltica	0.440	1.00	1.132	2.57	2.50	1.100	6.35	2.79
Base Granular	0.134	1.30	1.294	1.11	4.00	0.697	10.16	1.77
Sub-Base Granular	0.127	1.30	1.663	-0.81	4.00	0.660	10.16	1.68
					10.50		26.67	

Tabla N°13: Espesores Mínimos, En Pulgadas, En Función De La Clase Equivalente.

TRANSITO (EQUIV.) EN SUELOS EQUIVALENTES	CARPETA DE CONCRETO RASANTE	BASES GRANULARES
Menor de 50,000	1.0 ó 1.5	4.0
50,001 - 150,000	2.0	4.0
150,001 - 500,000	2.5	4.0
500,001 - 2,000,000	3.0	4.0
2,000,001 - 7,000,000	3.5	4.0
Mayor de 7,000,000	4.0	4.0

U.S. MILITARY ENGINEERING, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.  
 1.0 tratamiento superficial con sello

SN (Calculado)	2.460	6.240
SN (Requerido)	1.663	4.224
	<b>OK</b>	<b>OK</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - AA.HH. LUIS FELIPE DE LAS CASAS

**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2016

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE**

Diseño de espesores de Pavimento de acuerdo a:

**1993 AASHTO Guide for Design of Pavements Structures**

**C-08 / AA.HH. LUIS FELIPE DE LAS CASAS**

**DATOS:**

ESAL DE DISEÑO	1.71E+05
CONFIABILIDAD	80%
DESVIACION ESTÁNDAR NORMAL (Zr)	-0.841
SERV INICIAL (Po)	4.20
SERV FINAL (Pt)	2.00
Δ PSI	2.20
DESVIACION ESTANDAR TOTAL (So)	0.45
PERIODO DE DISEÑO (n)	20 Años

**DATOS DE SUELO**

CBR BASE (%)	82.90
CBR SUBBASE (%)	52.40
CBR SUBRASANTE (%)	10.25
ESTABILIO MARSHALL (N)	450,000
Modulo Resiliente Sub Rasante (Psi)	11,330.63
Modulo Resiliente Base (Psi)	43,178.33
Modulo Resiliente Sub-Base (Psi)	32,193.11



$$\text{Log}W_{18} = Z_r * S_0 + 9.36 \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log}M_r - 8.07$$

( )  
 5.233 = 5.233

( )  
 5.233 = 5.233

( )  
 5.233 = 5.233

NUMERO ESTRUCTURAL (SN) Sub - Rasante

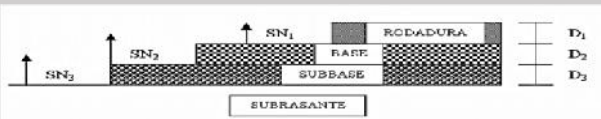
ITERAR **2.024** ok

NUMERO ESTRUCTURAL (SN1) Base

ITERAR **1.161** ok

NUMERO ESTRUCTURAL (SN2) Sub-Base

ITERAR **1.325** ok



$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} \quad D_2 \geq \frac{SN_2 - SN_1}{a_2 m_2} \quad D_3 \geq \frac{SN_3 - (SN_1 + SN_2)}{a_3 m_3}$$

CAPA DE MATERIAL	Coefficiente de Capa (a)	Coefficiente de Drenaje (m)	SN i	Espesor Calculado	ESPELOR (Pulg)	Numero Estructural de Capa (SN')	ESPELOR ASUMIDO (cm)	Numero Estructural de Capa (SN)
Carpeta Asfaltica	0.440	1.00	1.161	2.64	2.50	1.100	6.35	2.79
Base Granular	0.134	1.30	1.325	1.29	4.00	0.697	10.16	1.77
Sub-Base Granular	0.127	1.30	2.024	1.37	4.00	0.660	10.16	1.68
					10.50		26.67	

Tabla N° 13: Espesores Minimos, En Pulgadas, en Función De Los Eses

Equivalentes

TRANSITO (EQUIV) EN BASE EQUIVALENTE	CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO	BASE CONCRETO
Menos de 50,000	1.0 a 1.5	1.0
50,001 - 100,000	2.0	1.0
100,001 - 150,000	2.5	1.0
150,001 - 200,000	3.0	1.0
200,001 - 250,000	3.5	1.0
Más de 250,000	4.0	1.0

CITACIÓN: AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures, 1993.

T0= tratamiento superficial con sellas

SN (Calculado)	2.460	6.240
SN (Requerido)	2.024	5.141
	<b>OK</b>	<b>OK</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - H. U. P. CALIFORNIA

**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2016

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE**

Diseño de espesores de Pavimento de acuerdo a:

**1993 AASHTO Guide for Design of Pavements Structures**

**C-09 / H.U.P. CALIFORNIA**

**DATOS:**

ESAL DE DISEÑO	1.72E+05
CONFIABILIDAD	80%
DESVIACION ESTÁNDAR NORMAL (Zr)	-0.841
SERV INICIAL (Po)	4.20
SERV FINAL (Pt)	2.00
Δ PSI	2.20
DESVIACION ESTANDAR TOTAL (So)	0.45
PERIODO DE DISEÑO (n)	20 Años

**DATOS DE SUELO**

CBR BASE (%)	82.90
CBR SUBBASE (%)	52.40
CBR SUBRASANTE (%)	12.58
ESTABILIO MARSHALL (N)	450,000
Modulo Resiliente Sub Rasante (Psi)	12,917.74
Modulo Resiliente Base (Psi)	43,178.33
Modulo Resiliente Sub-Base (Psi)	32,193.11



$$\text{Log}W_{18} = Z_r \cdot S_0 + 9.36 \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log} \left( \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log}M_r - 8.07$$

( )	=	5.234
( )	=	5.234
( )	=	5.234

NUMERO ESTRUCTURAL (SN) Sub - Rasante

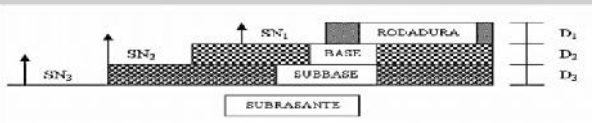
ITERAR **1.926** ok

NUMERO ESTRUCTURAL (SN1) Base

ITERAR **1.162** ok

NUMERO ESTRUCTURAL (SN2) Sub-Base

ITERAR **1.326** ok



$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} \quad D_2 \geq \frac{SN_2 - SN_1}{a_2 m_2} \quad D_3 \geq \frac{SN_3 - (SN_1 + SN_2)}{a_3 m_3}$$

CAPA DE MATERIAL	Coefficiente de Capa (a)	Coefficiente de Drenaje (m)	SN i	Espesor Calculado	ESPESOR (Pulg)	Numero Estructural de Capa (SN')	ESPESOR ASUMIDO (cm)	Numero Estructural de Capa (SN)
Carpeta Asfáltica	0.440	1.00	1.162	2.64	2.50	1.100	6.35	2.79
Base Granular	0.134	1.30	1.326	1.29	4.00	0.697	10.16	1.77
Sub-Base Granular	0.127	1.30	1.926	0.78	4.00	0.660	10.16	1.68
					10.50		26.67	

Tabla N° 13: Espesores Mínimos, En Pulgadas, En Función De Los Ejes Equivalentes

TRANSITO (Ejes Equivalentes)	ESPESES DE CARPETA DE ASFALTO (Pulg)	BASES GRANULARES (Pulg)
Menor de 50,000	1.5 a 1.5	3.0
50,001 - 100,000	2.0	3.5
100,001 - 500,000	2.5	4.0
500,001 - 2,000,000	3.0	5.0
2,000,001 - 7,000,000	3.5	5.5
Mayor de 7,000,000	4.0	6.0

CUARTO AASHTO, Guía for Design of Pavement Structures, 1993

TQ= tratamiento superficial con sellos

SN (Calculado)	2.460	6.240
SN (Requerido)	1.926	4.892
	<b>OK</b>	<b>OK</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
E.A.P. INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
: Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PRIMERA ETAPA U-1 BUENOS AIRES

**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2016

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE**

Diseño de espesores de Pavimento de acuerdo a:

**1993 AASHTO Guide for Design of Pavements Structures**

**C-10 / PRIMERA ETAPA U-1 BUENOS AIRES**

**DATOS:**

ESAL DE DISEÑO	1.10E+05
CONFIABILIDAD	80%
DESVIACION ESTÁNDAR NORMAL (Zr)	-0.841
SERV INICIAL (Po)	4.20
SERV FINAL (Pt)	2.00
Δ PSI	2.20
DESVIACION ESTANDAR TOTAL (So)	0.45
PERIODO DE DISEÑO (n)	20 Años

**DATOS DE SUELO**

CBR BASE (%)	82.90
CBR SUBBASE (%)	52.40
CBR SUBRASANTE (%)	11.32
ESTABILIO MARSHALL (N)	450,000
Modulo Resiliente Sub Rasante (Psi)	12,074.04
Modulo Resiliente Base (Psi)	43,178.33
Modulo Resiliente Sub-Base (Psi)	32,193.11



$$\text{Log}W_{18} = Z_r * S_0 + 9.36 \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log}M_r - 8.07$$

( )	=	5.042
( )	=	5.042
( )	=	5.042

NUMERO ESTRUCTURAL (SN) Sub - Rasante

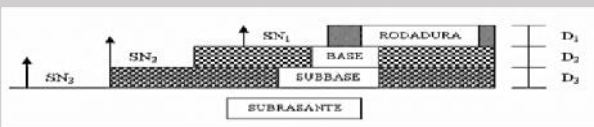
ITERAR **1.836** ok

NUMERO ESTRUCTURAL (SN1) Base

ITERAR **1.061** ok

NUMERO ESTRUCTURAL (SN2) Sub-Base

ITERAR **1.218** ok



$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} \quad D_2 \geq \frac{SN_2 - SN'_1}{a_2 m_2} \quad D_3 \geq \frac{SN_3 - (SN_1 + SN'_2)}{a_3 m_3}$$

CAPA DE MATERIAL	Coefficiente de Capa (a)	Coefficiente de Drenaje (m)	SN i	Espesor Calculado	ESPESOR (Pulg)	Numero Estructural de Capa (SN')	ESPESOR ASUMIDO (cm)	Numero Estructural de Capa (SN)
Carpeta Asfáltica	0.440	1.00	1.061	2.41	2.50	1.100	6.35	2.79
Base Granular	0.134	1.30	1.218	0.67	4.00	0.697	10.16	1.77
Sub-Base Granular	0.127	1.30	1.836	0.24	4.00	0.660	10.16	1.68
					10.50		26.67	

**Tabla N° 13:** Espesores Mínimos, en Pulgadas, en función De Los Es

Equivalentes:

TRANSITO (EQUIVALENTE)	ESPESES DE CARPETA ASFALTICA	ESPESES DE BASE GRANULAR
Menos de 50,000	1.5 A 1.5	4.0
50,001 - 100,000	2.0	4.0
100,001 - 150,000	2.5	4.0
150,001 - 200,000	3.0	4.0
200,001 - 250,000	3.5	4.0
Más de 250,000	4.0	4.0

CUARTO AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, 1993

TS= tratamiento superficial con sellos

SN (Calculado)	2.460	6.240
SN (Requerido)	1.836	4.663
	<b>OK</b>	<b>OK</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PV SECTOR 5B-5C ZONA 5 URB BUENOS AIRES

**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2016

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE**

Diseño de espesores de Pavimento de acuerdo a:

**1993 AASHTO Guide for Design of Pavements Structures**

**C-11 / PV SECTOR 5B-5C ZONA 5 URB BUENOS AIRES**

**DATOS:**

ESAL DE DISEÑO	1.75E+05
CONFIABILIDAD	80%
DESVIACION ESTÁNDAR NORMAL (Zr)	-0.841
SERV INICIAL (Po)	4.20
SERV FINAL (Pt)	2.00
Δ PSI	2.20
DESVIACION ESTANDAR TOTAL (So)	0.45
PERIODO DE DISEÑO (n)	20 Años

**DATOS DE SUELO**

CBR BASE (%)	82.90
CBR SUBBASE (%)	52.40
CBR SUBRASANTE (%)	18.97
ESTABILIO MARSHALL (N)	450,000
Modulo Resiliente Sub Rasante (Psi)	16,801.73
Modulo Resiliente Base (Psi)	43,178.33
Modulo Resiliente Sub-Base (Psi)	32,193.11



$$\text{Log}W_{18} = Z_r * S_0 + 9.36 \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log}M_r - 8.07$$

$$\frac{5.244}{5.244} = 5.098$$

$$\frac{5.244}{5.244} = 5.098$$

$$\frac{5.244}{5.244} = 5.098$$

NUMERO ESTRUCTURAL (SN) Sub - Rasante

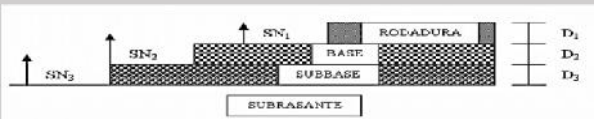
ITERAR **1.646** AUMENTAR

NUMERO ESTRUCTURAL (SN1) Base

ITERAR **1.090** AUMENTAR

NUMERO ESTRUCTURAL (SN2) Sub-Base

ITERAR **1.249** AUMENTAR



$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} \quad D_2 \geq \frac{SN_2 - SN_1}{a_2 m_2} \quad D_3 \geq \frac{SN_3 - (SN_1 + SN_2)}{a_3 m_3}$$

CAPA DE MATERIAL	Coefficiente de Capa (a)	Coefficiente de Drenaje (m)	SN i	Espesor Calculado	ESPESOR (Pulg)	Numero Estructural de Capa (SN')	ESPESOR ASUMIDO (cm)	Numero Estructural de Capa (SN)
Carpeta Asfáltica	0.440	1.00	1.090	2.48	2.50	1.100	6.35	2.79
Base Granular	0.134	1.30	1.249	0.85	4.00	0.697	10.16	1.77
Sub-Base Granular	0.127	1.30	1.646	-0.91	4.00	0.660	10.16	1.68
					10.50		26.67	

Tabla N° 13: Espesores Mínimos, En Pulgadas, En Función De Los Ejes Equivalentes

TRANSITO (Ejes Equivalentes)	ESPESES DE CARPETA DE ASFALTO (Pulg)	ESPESES DE SUBBASE GRANULAR (Pulg)
Menor de 50,000	1.5 a 1.5	2.0
50,001 - 100,000	2.0	2.5
100,001 - 500,000	2.5	3.0
500,001 - 2,000,000	3.0	3.5
2,000,001 - 7,000,000	3.5	4.0
Mayor de 7,000,000	4.0	4.5

CUARTO AASHTO, Guía for Design of Pavement Structures, 1993

T0= tratamiento superficial con sellos

SN (Calculado)	2.460	6.240
SN (Requerido)	1.646	4.181
	<b>OK</b>	<b>OK</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
E.A.P. INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
: Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - AAA.HH. LAS FLORES

**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2016

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE**

Diseño de espesores de Pavimento de acuerdo a:

**1993 AASHTO Guide for Design of Pavements Structures**

**C-12 / AA.HH. LAS FLORES**

**DATOS:**

ESAL DE DISEÑO	1.60E+06
CONFIABILIDAD	80%
DESVIACION ESTÁNDAR NORMAL (Zr)	-0.841
SERV INICIAL (Po)	4.20
SERV FINAL (Pt)	2.00
Δ PSI	2.20
DESVIACION ESTANDAR TOTAL (So)	0.45
PERIODO DE DISEÑO (n)	20 Años

**DATOS DE SUELO**

CBR BASE (%)	82.90
CBR SUBBASE (%)	52.40
CBR SUBRASANTE (%)	12.87
ESTABILIO MARSHALL (N)	450,000
Modulo Resiliente Sub Rasante (Psi)	13,107.54
Modulo Resiliente Base (Psi)	43,178.33
Modulo Resiliente Sub-Base (Psi)	32,193.11



$$\log W_{18} = Z_r \cdot S_0 + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_r - 8.07$$

( )	=	( )
6.204	=	6.204
( )	=	( )
6.204	=	6.204
( )	=	( )
6.204	=	6.204

NUMERO ESTRUCTURAL (SN) Sub - Rasante

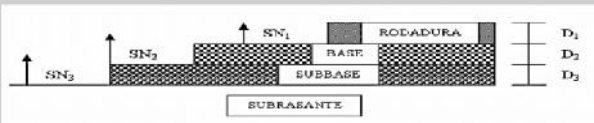
ITERAR **2.735** ok

NUMERO ESTRUCTURAL (SN1) Base

ITERAR **1.751** ok

NUMERO ESTRUCTURAL (SN2) Sub-Base

ITERAR **1.963** ok



$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} \quad D_2 \geq \frac{SN_2 - SN_1}{a_2 m_2} \quad D_3 \geq \frac{SN_3 - (SN_1 + SN_2)}{a_3 m_3}$$

CAPA DE MATERIAL	Coefficiente de Capa (a)	Coefficiente de Drenaje (m)	SN i	Espesor Calculado	ESPESOR (Pulg)	Numero Estructural de Capa (SN')	ESPESOR ASUMIDO (cm)	Numero Estructural de Capa (SN)
Carpeta Asfáltica	0.440	1.00	1.751	3.98	4.00	1.760	10.16	4.47
Base Granular	0.134	1.30	1.963	1.16	6.00	1.045	15.24	2.65
Sub-Base Granular	0.127	1.30	2.735	-0.42	6.00	0.991	15.24	2.52
					16.00		40.64	

**Tabla N° 13:** Espesores Mínimos, En Pulgadas, En Unión De Los Ejes

Equivalentes:

TRANSITO (EQUIV.) EN EJES EQUIVALENTES	CARPETAS DE CONCRETO ASFALTICO	SUBSE GRANULAR
Menor de 50,000	1.5 a 1.5	2.0
50,001 - 100,000	2.0	2.5
100,001 - 500,000	2.5	3.0
500,001 - 2,000,000	3.0	3.5
2,000,001 - 7,000,000	3.5	4.0
Mayor de 7,000,000	4.0	4.5

CUARTO AASHTO, Guía for Design of Pavement Structures, 1993

TQ= tratamiento superficial con sellos

SN (Calculado)	3.800	9.640
SN (Requerido)	2.735	6.947
	<b>OK</b>	<b>OK</b>





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - URB. CASUARINAS

**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2016

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE**

Diseño de espesores de Pavimento de acuerdo a:

**1993 AASHTO Guide for Design of Pavements Structures**

**C-13 / URB. CASUARINAS**

**DATOS:**

ESAL DE DISEÑO	1.63E+05
CONFIABILIDAD	80%
DESVIACION ESTÁNDAR NORMAL (Zr)	-0.841
SERV INICIAL (Po)	4.20
SERV FINAL (Pt)	2.00
Δ PSI	2.20
DESVIACION ESTANDAR TOTAL (So)	0.45
PERIODO DE DISEÑO (n)	20 Años

**DATOS DE SUELO**

CBR BASE (%)	82.90
CBR SUBBASE (%)	52.40
CBR SUBRASANTE (%)	14.82
ESTABILIO MARSHALL (N)	450,000
Modulo Resiliente Sub Rasante (Psi)	14,346.10
Modulo Resiliente Base (Psi)	43,178.33
Modulo Resiliente Sub-Base (Psi)	32,193.11



$$\log W_{18} = Z_r \cdot S_0 + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_r - 8.07$$

( )	=	5.213
( )	=	5.213
( )	=	5.213

NUMERO ESTRUCTURAL (SN) Sub - Rasante

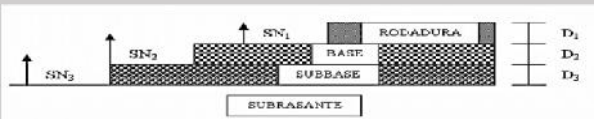
ITERAR **1.834** ok

NUMERO ESTRUCTURAL (SN1) Base

ITERAR **1.150** ok

NUMERO ESTRUCTURAL (SN2) Sub-Base

ITERAR **1.314** ok



$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} \quad D_2 \geq \frac{SN_2 - SN_1}{a_2 m_2} \quad D_3 \geq \frac{SN_3 - (SN_1 + SN_2)}{a_3 m_3}$$

CAPA DE MATERIAL	Coefficiente de Capa (a)	Coefficiente de Drenaje (m)	SN i	Espesor Calculado	ESPESOR (Pulg)	Numero Estructural de Capa (SN')	ESPESOR ASUMIDO (cm)	Numero Estructural de Capa (SN)
Carpeta Asfáltica	0.440	1.00	1.150	2.61	2.50	1.100	6.35	2.79
Base Granular	0.134	1.30	1.314	1.23	4.00	0.697	10.16	1.77
Sub-Base Granular	0.127	1.30	1.834	0.22	4.00	0.660	10.16	1.68
					10.50		26.67	

Tabla N° 13: Espesores Mínimos, En Pulgadas, En Unión De Los Ejes

Equivalentes:

TRÁFICO (EAL) EN MIL EQUIVALENTES	ESPESOR DE CARPETA DE ASFALTO (Pulg)	BASE GRANULAR (Pulg)
Menor de 50,000	1.5 a 1.5	4.0
50,001 - 100,000	2.0	4.0
100,001 - 500,000	2.0	4.0
500,001 - 2,000,000	3.0	5.0
2,000,001 - 7,000,000	3.5	5.0
Mayor de 7,000,000	4.0	5.0

CUARTO AASHTO, Guía for Design of Pavement Structures, 1993

T0= tratamiento superficial con sellos

SN (Calculado)	2.460	6.240
SN (Requerido)	1.834	4.658
	<b>OK</b>	<b>OK</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
E.A.P. INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
: Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - H.U. NICOLAS GARATEA (AV. Universitaria.)

**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2016

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE**

Diseño de espesores de Pavimento de acuerdo a:

**1993 AASHTO Guide for Design of Pavements Structures**

**C-14 / H.U. NICOLAS GARATEA (AV. Universitaria.)**

**DATOS:**

ESAL DE DISEÑO	9.54E+05
CONFIABILIDAD	80%
DESVIACION ESTÁNDAR NORMAL (Zr)	-0.841
SERV INICIAL (Po)	4.20
SERV FINAL (Pt)	2.00
Δ PSI	2.20
DESVIACION ESTANDAR TOTAL (So)	0.45
PERIODO DE DISEÑO (n)	20 Años

**DATOS DE SUELO**

CBR BASE (%)	82.90
CBR SUBBASE (%)	52.40
CBR SUBRASANTE (%)	8.05
ESTABILIO MARSHALL (N)	450,000
Modulo Resiliente Sub Rasante (Psi)	9,707.34
Modulo Resiliente Base (Psi)	43,178.33
Modulo Resiliente Sub-Base (Psi)	32,193.11



$$\log W_{18} = Z_r \cdot S_0 + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_r - 8.07$$

( ) = 5.980

( ) = 6.204

( ) = 6.204

NUMERO ESTRUCTURAL (SN) Sub - Rasante

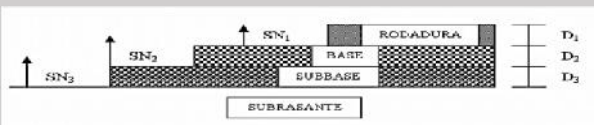
ITERAR **2.812** ok

NUMERO ESTRUCTURAL (SN1) Base

ITERAR **1.751** DISMINUIR

NUMERO ESTRUCTURAL (SN2) Sub-Base

ITERAR **1.963** DISMINUIR



$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} \quad D_2 \geq \frac{SN_2 - SN'_1}{a_2 m_2} \quad D_3 \geq \frac{SN_3 - (SN_1 + SN'_2)}{a_3 m_3}$$

CAPA DE MATERIAL	Coefficiente de Capa (a)	Coefficiente de Drenaje (m)	SN i	Espesor Calculado	ESPESOR (Pulg)	Numero Estructural de Capa (SN')	ESPESOR ASUMIDO (cm)	Numero Estructural de Capa (SN)
Carpeta Asfáltica	0.440	1.00	1.751	3.98	4.00	1.760	10.16	4.47
Base Granular	0.134	1.30	1.963	1.16	6.00	1.045	15.24	2.65
Sub-Base Granular	0.127	1.30	2.812	0.04	6.00	0.991	15.24	2.52
					16.00		40.64	

**Tabla N° 13:** Espesores Mínimos, En Pulgadas, En Unión De Los Ejes

Equivalentes:

TRANSITO (EQUIV.) EN EJES EQUIVALENTES	ESPESOR DE CARPETA DE ASFALTO (PULG.)	BASE GRANULAR (PULG.)
Menor de 50,000	1.5 a 1.5	3.0
51,001 - 100,000	2.0	3.5
100,001 - 500,000	2.5	4.0
500,001 - 2,000,000	3.0	5.0
2,000,001 - 7,000,000	3.5	5.5
Mayor de 7,000,000	4.0	6.0

CUARTO AASHTO, Guía for Design of Pavement Structures, 1993

TQ= tratamiento superficial con sellos

SN (Calculado)	3.800	9.640
SN (Requerido)	2.812	7.142
	<b>OK</b>	<b>OK</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - H.U. NICOLAS GARATEA

**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2016

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE**

Diseño de espesores de Pavimento de acuerdo a:

**1993 AASHTO Guide for Design of Pavements Structures**

**C-15 / H.U. NICOLAS GARATEA**

**DATOS:**

ESAL DE DISEÑO	1.59E+06
CONFIABILIDAD	80%
DESVIACION ESTÁNDAR NORMAL (Zr)	-0.841
SERV INICIAL (Po)	4.20
SERV FINAL (Pt)	2.00
Δ PSI	2.20
DESVIACION ESTANDAR TOTAL (So)	0.45
PERIODO DE DISEÑO (n)	20 Años

**DATOS DE SUELO**

CBR BASE (%)	82.90
CBR SUBBASE (%)	52.40
CBR SUBRASANTE (%)	8.83
ESTABILIO MARSHALL (N)	450,000
Modulo Resiliente Sub Rasante (Psi)	10,299.25
Modulo Resiliente Base (Psi)	43,178.33
Modulo Resiliente Sub-Base (Psi)	32,193.11



$$\log W_{18} = Z_r \cdot S_0 + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_r - 8.07$$

( )	=	6.201
( )	=	6.201
( )	=	6.201

**NUMERO ESTRUCTURAL (SN) Sub - Rasante**

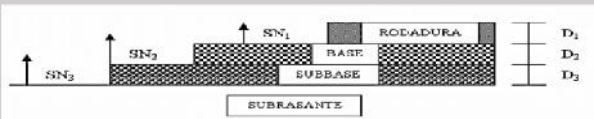
ITERAR **2.976** ok

**NUMERO ESTRUCTURAL (SN1) Base**

ITERAR **1.749** ok

**NUMERO ESTRUCTURAL (SN2) Sub-Base**

ITERAR **1.961** ok



$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} \quad D_2 \geq \frac{SN_2 - SN_1}{a_2 m_2} \quad D_3 \geq \frac{SN_3 - (SN_1 + SN_2)}{a_3 m_3}$$

CAPA DE MATERIAL	Coefficiente de Capa (a)	Coefficiente de Drenaje (m)	SN i	Espesor Calculado	ESPESOR (Pulg)	Numero Estructural de Capa (SN')	ESPESOR ASUMIDO (cm)	Numero Estructural de Capa (SN)
Carpeta Asfáltica	0.440	1.00	1.749	3.97	4.00	1.760	10.16	4.47
Base Granular	0.134	1.30	1.961	1.15	6.00	1.045	15.24	2.65
Sub-Base Granular	0.127	1.30	2.976	1.04	6.00	0.991	15.24	2.52
					16.00		40.64	

**Tabla N° 13:** Espesores Mínimos, En Pulgadas, En Unión De Los Ejes

Equivalentes:

TRÁNSITO (EQUIV.) EN EJES EQUIVALENTES	ESPESES DE CARPETA DE ASFALTO (PULG)	ESPESES DE SUBBASE GRANULAR (PULG)
Menor de 50,000	1.5 a 1.5	3.0
50,001 - 100,000	2.0	3.5
100,001 - 500,000	2.5	4.0
500,001 - 2,000,000	3.0	5.0
2,000,001 - 7,000,000	3.5	5.5
Mayor de 7,000,000	4.0	6.0

CUARTO AASHTO, Guía for Design of Pavement Structures, 1993

T0= tratamiento superficial con sellos

SN (Calculado)	3.800	9.640
SN (Requerido)	2.976	7.559
	<b>OK</b>	<b>OK</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - AA.HH. UPIS VILLA SAN LUIS PARCELA 8 - 9

**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2016

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE**

Diseño de espesores de Pavimento de acuerdo a:

**1993 AASHTO Guide for Design of Pavements Structures**

**C-16 / AA.HH. UPIS VILLA SAN LUIS PARCELA 8 - 9**

**DATOS:**

ESAL DE DISEÑO	1.64E+05
CONFIABILIDAD	80%
DESVIACION ESTÁNDAR NORMAL (Zr)	-0.841
SERV INICIAL (Po)	4.20
SERV FINAL (Pt)	2.00
Δ PSI	2.20
DESVIACION ESTANDAR TOTAL (So)	0.45
PERIODO DE DISEÑO (n)	20 Años

**DATOS DE SUELO**

CBR BASE (%)	82.90
CBR SUBBASE (%)	52.40
CBR SUBRASANTE (%)	8.81
ESTABILIO MARSHALL (N)	450,000
Modulo Resiliente Sub Rasante (Psi)	10,284.32
Modulo Resiliente Base (Psi)	43,178.33
Modulo Resiliente Sub-Base (Psi)	32,193.11



$$\text{Log}W_{18} = Z_r \cdot S_0 + 9.36 \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log} \left( \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log}M_r - 8.07$$

( )	=	5.216
( )	=	5.216
( )	=	5.216

**NUMERO ESTRUCTURAL (SN) Sub - Rasante**

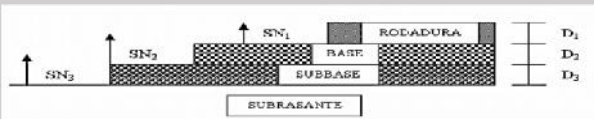
ITERAR **2.086** ok

**NUMERO ESTRUCTURAL (SN1) Base**

ITERAR **1.152** ok

**NUMERO ESTRUCTURAL (SN2) Sub-Base**

ITERAR **1.315** ok



$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} \quad D_2 \geq \frac{SN_2 - SN_1}{a_2 m_2} \quad D_3 \geq \frac{SN_3 - (SN_1 + SN_2)}{a_3 m_3}$$

CAPA DE MATERIAL	Coefficiente de Capa (a)	Coefficiente de Drenaje (m)	SN i	Espesor Calculado	ESPESOR (Pulg)	Numero Estructural de Capa (SN')	ESPESOR ASUMIDO (cm)	Numero Estructural de Capa (SN)
Carpeta Asfáltica	0.440	1.00	1.152	2.62	2.50	1.100	6.35	2.79
Base Granular	0.134	1.30	1.315	1.23	4.00	0.697	10.16	1.77
Sub-Base Granular	0.127	1.30	2.086	1.75	4.00	0.660	10.16	1.68
					10.50		26.67	

**Tabla N° 13:** Espesores Mínimos, En Pulgadas, En Unión De Los Ejes

Equivalentes:

TRÁFICO (Ejes Equivalentes)	ESPESES DE CARPETA ASFÁLTICA (Pulg)	SUBBASE GRANULAR (Pulg)
Menor de 50,000	1.5 a 1.5	3.0
50,001 - 100,000	2.0	3.5
100,001 - 500,000	2.5	4.0
500,001 - 2,000,000	3.0	5.0
2,000,001 - 7,000,000	3.5	5.5
Mayor de 7,000,000	4.0	6.0

CUARTO AASHTO, Guía for Design of Pavement Structures, 1993

T<sub>0</sub> = tratamiento superficial con sellos

SN (Calculado)	2.460	6.240
SN (Requerido)	2.086	5.298
	<b>OK</b>	<b>OK</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - AA.HH. LAS QUINTANAS

**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2016

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE**

Diseño de espesores de Pavimento de acuerdo a:

**1993 AASHTO Guide for Design of Pavements Structures**

**C-17 / AA.HH. LAS QUINTANAS**

**DATOS:**

ESAL DE DISEÑO	1.10E+05
CONFIABILIDAD	80%
DESVIACION ESTÁNDAR NORMAL (Zr)	-0.841
SERV INICIAL (Po)	4.20
SERV FINAL (Pt)	2.00
Δ PSI	2.20
DESVIACION ESTANDAR TOTAL (So)	0.45
PERIODO DE DISEÑO (n)	20 Años

**DATOS DE SUELO**

CBR BASE (%)	82.90
CBR SUBBASE (%)	52.40
CBR SUBRASANTE (%)	10.49
ESTABILIO MARSHALL (N)	450,000
Modulo Resiliente Sub Rasante (Psi)	11,499.72
Modulo Resiliente Base (Psi)	43,178.33
Modulo Resiliente Sub-Base (Psi)	32,193.11



$$\text{Log}W_{18} = Z_r + S_0 + 9.36 \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \left(\frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}\right)} + 2.32 \text{Log}M_r - 8.07$$

$$\left(\frac{5.040}{1.10 \times 10^5}\right)^{\frac{1}{1.10 \times 10^5}} = 5.040$$

$$\left(\frac{5.040}{1.10 \times 10^5}\right)^{\frac{1}{1.10 \times 10^5}} = 5.04$$

$$\left(\frac{5.040}{1.10 \times 10^5}\right)^{\frac{1}{1.10 \times 10^5}} = 5.040$$

NUMERO ESTRUCTURAL (SN) Sub - Rasante

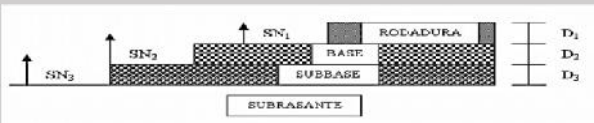
ITERAR **1.870** ok

NUMERO ESTRUCTURAL (SN1) Base

ITERAR **1.060** ok

NUMERO ESTRUCTURAL (SN2) Sub-Base

ITERAR **1.217** ok



$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} \quad D_2 \geq \frac{SN_2 - SN'_1}{a_2 m_2} \quad D_3 \geq \frac{SN_3 - (SN_1 + SN'_2)}{a_3 m_3}$$

CAPA DE MATERIAL	Coefficiente de Capa (a)	Coefficiente de Drenaje (m)	SN i	Espesor Calculado	ESPESOR (Pulg)	Numero Estructural de Capa (SN')	ESPESOR ASUMIDO (cm)	Numero Estructural de Capa (SN)
Carpeta Asfáltica	0.440	1.00	1.060	2.41	2.50	1.100	6.35	2.79
Base Granular	0.134	1.30	1.217	0.67	4.00	0.697	10.16	1.77
Sub-Base Granular	0.127	1.30	1.870	0.44	4.00	0.660	10.16	1.68
					10.50		26.67	

Tabla N° 13: Espesores Mínimos, En Pulgadas, En Función De Los Esjes

Equivalentes:

TRÁNSITO (EQUIV.) EN ASES EQUIVALENTES	ESPESOR DE CARPETA DE ASFALTO (PULG.)	BASE GRANULAR (PULG.)
Menor de 50,000	1.5 a 1.5	3.0
50,001 - 100,000	2.0	3.5
100,001 - 500,000	2.5	4.0
500,001 - 2,000,000	3.0	5.0
2,000,001 - 7,000,000	3.5	5.5
Mayor de 7,000,000	4.0	6.0

CUARTO AASHTO, Guía for Design of Pavement Structures, 1993

T0= tratamiento superficial con sellos

SN (Calculado)	2.460	6.240
SN (Requerido)	1.870	4.750
	<b>OK</b>	<b>OK</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
E.A.P. INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
: Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - COSTADO 2° ETAPA UNS.

**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2016

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE**

Diseño de espesores de Pavimento de acuerdo a:

**1993 AASHTO Guide for Design of Pavements Structures**

**C-18 / NUEVO CHIMBOTE - COSTADO 2° ETAPA UNS.**

**DATOS:**

ESAL DE DISEÑO	1.71E+05
CONFIABILIDAD	80%
DESVIACION ESTÁNDAR NORMAL (Zr)	-0.841
SERV INICIAL (Po)	4.20
SERV FINAL (Pt)	2.00
ΔPSI	2.20
DESVIACION ESTÁNDAR TOTAL (So)	0.45
PERIODO DE DISEÑO (n)	20 Años

**DATOS DE SUELO**

CBR BASE (%)	82.90
CBR SUBBASE (%)	52.40
CBR SUBRASANTE (%)	8.34
ESTABILIO MARSHALL (N)	450,000
Modulo Resiliente Sub Rasante (Psi)	9,929.72
Modulo Resiliente Base (Psi)	43,178.33
Modulo Resiliente Sub-Base (Psi)	32,193.11



$$\log W_{18} = Z_r \cdot S_o + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log \left( \frac{\Delta PSI}{1094} \right)}{4.2 - 1.5} - 2.32 \log M - 8.07$$

$$\log W_{18} = -0.841 \cdot 0.45 + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log \left( \frac{2.20}{1094} \right)}{4.2 - 1.5} - 2.32 \log 20 - 8.07$$

$$\log W_{18} = -0.37845 + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 - 0.40 - 8.07$$

$$\log W_{18} = 9.36 \log(SN + 1) - 8.64845$$

$$\log W_{18} + 8.64845 = 9.36 \log(SN + 1)$$

$$\log W_{18} + 8.64845 = 9.36 \log(SN + 1) \cdot 10^0$$

$$\log W_{18} + 8.64845 = 9.36 \log(SN + 1) \cdot 10^0$$

$$\log W_{18} + 8.64845 = 9.36 \log(SN + 1) \cdot 10^0$$

NUMERO ESTRUCTURAL (SN) Sub - Rasante

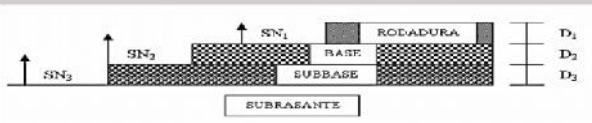
ITERAR **2.128** ok

NUMERO ESTRUCTURAL (SN1) Base

ITERAR **1.162** ok

NUMERO ESTRUCTURAL (SN2) Sub-Base

ITERAR **1.326** ok



$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} \quad D_2 \geq \frac{SN_2 - SN'_1}{a_2 m_2} \quad D_3 \geq \frac{SN_3 - (SN_1 + SN'_2)}{a_3 m_3}$$

CAPA DE MATERIAL	Coefficiente de Capa (a)	Coefficiente de Drenaje (m)	SN i	Espesor Calculado	ESPESOR (Pulg)	Numero Estructural de Capa (SN')	ESPESOR ASUMIDO (cm)	Numero Estructural de Capa (SN)
Carpeta Asfáltica	0.440	1.00	1.162	2.64	2.50	1.100	6.35	2.79
Base Granular	0.134	1.30	1.326	1.30	4.00	0.697	10.16	1.77
Sub-Base Granular	0.127	1.30	2.128	2.00	4.00	0.660	10.16	1.68
					10.50		26.67	

**Tabla N° 13:** Espesores Mínimos, En Pulgadas, En Unión De Los Eses

Equivalentes:

TRANSITO (EQUIV.) EN ESAS EQUIVALENTES	ESPESES DE CONCRETO (PULG) TPO	SUBSE (CONCRETO) (PULG)
Menor de 50,000	1.5 a 1.5	0.5
50,001 - 100,000	2.0	0.5
100,001 - 500,000	2.0	4.0
500,001 - 2,000,000	3.0	5.0
2,000,001 - 7,000,000	3.5	5.0
Mayor de 7,000,000	4.0	5.0

PLANTILLA AASHTO, Diseño for Design of Pavement Structures, 1993

TPO= tratamiento superficial con sellos

SN (Calculado)	2.460	6.240
SN (Requerido)	2.128	5.405
	<b>OK</b>	<b>OK</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
E.A.P. INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
: Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - AA.HH. VILLA MARIA

**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2016

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE**

Diseño de espesores de Pavimento de acuerdo a:

**1993 AASHTO Guide for Design of Pavements Structures**

**C-20 / AA.HH. VILLA MARIA**

**DATOS:**

ESAL DE DISEÑO	1.85E+05
CONFIABILIDAD	80%
DESVIACION ESTÁNDAR NORMAL (Zr)	-0.841
SERV INICIAL (Po)	4.20
SERV FINAL (Pt)	2.00
Δ PSI	2.20
DESVIACION ESTANDAR TOTAL (So)	0.45
PERIODO DE DISEÑO (n)	20 Años

**DATOS DE SUELO**

CBR BASE (%)	82.90
CBR SUBBASE (%)	52.40
CBR SUBRASANTE (%)	23.07
ESTABILIO MARSHALL (N)	450,000
Modulo Resiliente Sub Rasante (Psi)	19,043.26
Modulo Resiliente Base (Psi)	43,178.33
Modulo Resiliente Sub-Base (Psi)	32,193.11



$$\text{Log}W_{18} = Z_r * S_0 + 9.36 \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log} \left( \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log}M_r - 8.07$$

( )	=	5.268
( )	=	5.268
( )	=	5.268

**NUMERO ESTRUCTURAL (SN) Sub - Rasante**

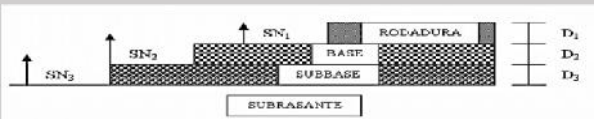
ITERAR **1.675** ok

**NUMERO ESTRUCTURAL (SN1) Base**

ITERAR **1.180** ok

**NUMERO ESTRUCTURAL (SN2) Sub-Base**

ITERAR **1.345** ok



$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} \quad D_2 \geq \frac{SN_2 - SN_1}{a_2 m_2} \quad D_3 \geq \frac{SN_3 - (SN_1 + SN_2)}{a_3 m_3}$$

CAPA DE MATERIAL	Coefficiente de Capa (a)	Coefficiente de Drenaje (m)	SN i	Espesor Calculado	ESPOSOR (Pulg)	Numero Estructural de Capa (SN')	ESPOSOR ASUMIDO (cm)	Numero Estructural de Capa (SN)
Carpeta Asfáltica	0.440	1.00	1.180	2.68	2.50	1.100	6.35	2.79
Base Granular	0.134	1.30	1.345	1.41	4.00	0.697	10.16	1.77
Sub-Base Granular	0.127	1.30	1.675	-0.74	4.00	0.660	10.16	1.68
					10.50		26.67	

**Tabla N° 13:** Espesores Mínimos, En Pulgadas, En Unión De Los Ejes

Equivalentes:

TRANSITO (EQUIV.) EN EJES EQUIVALENTES	ESPESOR DE CARPETA DE ASFALTO (PULG.)	BASE GRANULAR (PULG.)
Menor de 50,000	1.5 a 1.5	3.0
51,001 - 100,000	2.0	3.5
100,001 - 500,000	2.5	4.0
500,001 - 2,000,000	3.0	5.0
2,000,001 - 7,000,000	3.5	5.5
Mayor de 7,000,000	4.0	6.0

CUARTO AASHTO, Guía for Design of Pavement Structures, 1993

T0= tratamiento superficial con sellos

SN (Calculado)	2.460	6.240
SN (Requerido)	1.675	4.255
	<b>OK</b>	<b>OK</b>



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

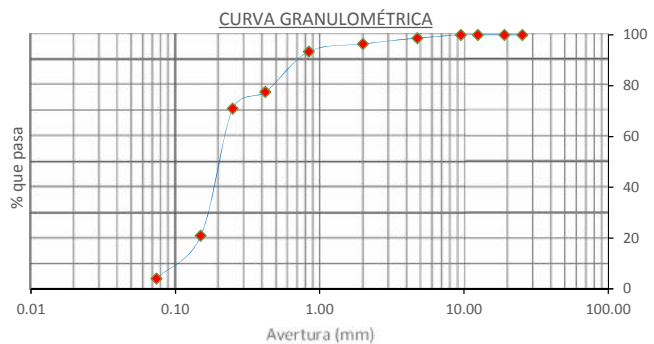
E.A.P. INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

<b>TESIS</b>	: PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE		
<b>TESISTAS</b>	: Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO		
<b>UBICACIÓN</b>	: DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE	<b>LOCALIDAD</b>	: PARCELA N° 03 SECTOR LOS ALAMOS BUENOS AIRES
<b>FECHA</b>	: FEBRERO DEL 2016		
<b>CALICATA</b>	: C - 01		
<b>MUESTRA</b>	: M - 01	<b>PROFUNDIDAD</b>	: 0.50 m

## 1.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D 421)

Mallas	Abertura (mm)	Peso retenido (grs)	% que pasa
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.525	0.000	100.00
Nº 4	4.760	8.180	98.75
Nº 10	2.000	15.120	96.43
Nº 20	0.840	19.400	93.45
Nº 40	0.420	104.200	77.47
Nº 60	0.250	42.500	70.95
Nº 100	0.150	326.000	20.94
Nº 200	0.074	110.200	4.03
< Nº 200	-	26.300	-



$U = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 2.1$   
 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = 1.29$

**SUELO MAL GRADUADO**

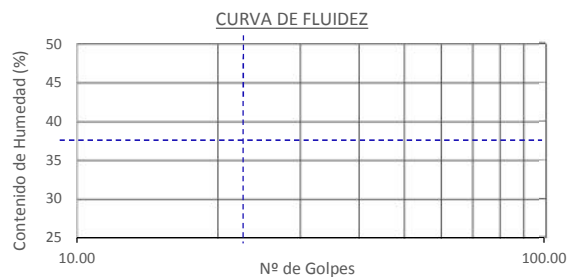
## 2.- LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

### A.- LÍMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara N°
1. N° de Golpes	<b>NO PRESENTA</b>
2. Peso de Tara, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
4. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
5. Peso del Agua, (gr)	
6. Peso del Suelo Seco, (gr)	
7. Contenido de Humedad (%)	

### B.- LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara N°
1. Peso de Tara, (gr)	<b>NO PRESENTA</b>
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
4. Peso del Agua, (gr)	
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	
6. Contenido de Humedad (%)	



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

Procedimiento	Tara N°
1. Peso de Tara, (gr)	21.50
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	72.00
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	71.80
4. Peso del Agua, (gr)	0.20
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	50.30
6. Contenido de Humedad (%)	<b>0.398</b>

Grava (No.4 < Diam < 1")	1.25%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	94.71%
Finos (Diam < No.200)	4.03%
Límite Líquido	-
Límite Plástico	N.P.
Índice Plasticidad	N.P.
Clasificación SUCS	SP
Clasificación AASHTO	A-3





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PARCELA N° 03 SECTOR LOS ALAMOR - URB. BUENOS AIRES

**FECHA** : MARZO DEL 2016

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C - 01 **CLASF. (SUSCS)** : SP  
**MATERIAL** : M - 01 a 0.50 m **Clasf. (AASHTO)** : A-3

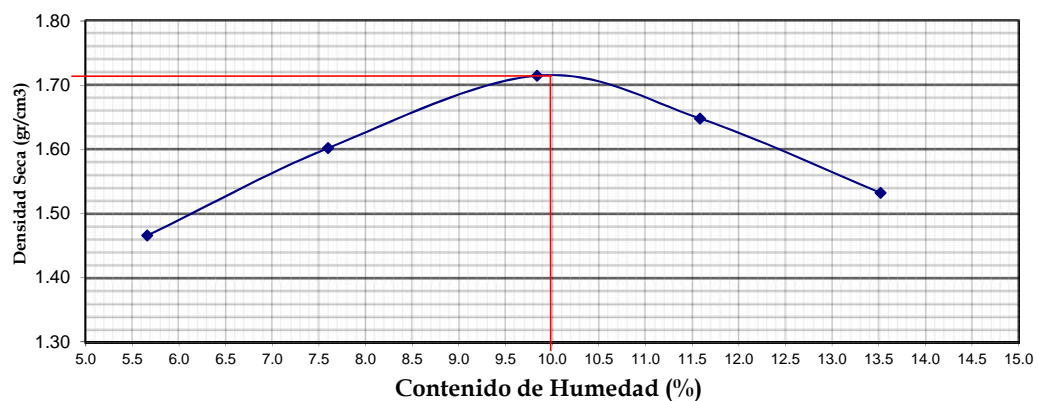
**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO ( MTC E 115-2000 - ASTN D- 1557)**

PUNTO No.		I	II	III	IV	V
MOLDE No.		1	1	1	1	1
1	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	944.000	944.000	944.000	944.000	944.000
2	Peso del molde (gr)	1763.000	1763.000	1763.000	1763.000	1763.000
3	Peso del molde + muestra húmeda (gr)	3225.000	3390.000	3541.000	3499.000	3405.000
4	Peso de la muestra húmeda (gr)	1462.000	1627.000	1778.000	1736.000	1642.000
5	Densidad húmeda de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.549	1.724	1.883	1.839	1.739

**CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA**

6	Peso de la tara (gr)	22.100	21.800	17.600	22.400	24.400
7	Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	55.700	65.700	48.300	59.000	73.100
8	Peso de la tara + suelo seco (gr)	53.900	62.600	45.550	55.200	67.300
9	Peso del agua (gr)	1.800	3.100	2.750	3.800	5.800
10	Peso del suelo seco (gr)	31.800	40.800	27.950	32.800	42.900
11	Contenido de humedad (%)	5.660	7.598	9.839	11.585	13.520
12	Densidad seca de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.466	1.602	1.715	1.648	1.532

**GRAFICO: DENSIDAD vs HUMEDAD**



<b>Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.718</b>
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	<b>10.00</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PARCELA N° 03 SECTOR LOS ALAMOR - URB. BUENOS AIRES

**FECHA** : DICIEMBRE - 2016

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C - 01 **CLASF. (SUSCS)** : SP  
**MATERIAL** : M - 01 a 0.50 m **Clasf. (AASHTO)** : A-3

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

**a) Ensayo preliminar de Proctor modificado**

Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.718
Optimo Contenido de Humedad (%)	10.00

**b) Compactación de los moldes CBR**

Molde N°		I	II	III
N° de capas		5	5	5
N° de golpes por capa		56	26	12
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	12772.00	12577.00	12464.00
2	Peso del molde [gr]	6777.00	6697.00	6766.00
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	5995.00	5880.00
4	Volumen de molde [cm <sup>3</sup> ]		3172.00	3169.00
5	Densidad húmeda [gr/cm <sup>3</sup> ]	(3)/(4)	1.890	1.855

**CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA**

Tara N°		1	2	3
6	Peso de la tara, [gr]	21.501	18.123	18.025
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	64.426	45.612	47.808
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	60.521	43.113	45.103
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	3.905	2.499
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	39.020	24.990
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	10.008	10.000
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm <sup>3</sup> ]	5/(1+(11)/100)	1.718	1.687

**c) Prueba de penetración**

Area del anillo = 3 pulg<sup>2</sup>

Presión (libras/pulg<sup>2</sup>) = (L)/3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg <sup>2</sup> )	Molde N° I		Molde N° II		Molde N° III	
		Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		58.5	19	45.0	15	29.2	10
0.050		209.1	70	143.9	48	89.9	30
0.075		485.6	162	285.5	95	200.1	67
0.100	1000	748.6	250	485.6	162	283.3	94
0.125		959.9	320	656.4	219	427.1	142
0.150		1121.8	374	789.1	263	532.8	178
0.175		1198.2	399	897.0	299	622.7	208
0.200	1500	1243.2	414	966.7	322	708.1	236
0.225		1326.4	442	1092.6	364	858.8	286
0.250		1429.8	477	1139.8	380	921.7	307
0.275		1598.4	533	1348.9	450	1128.5	376
0.300	1900	1794.0	598	1515.2	505	1274.7	425
0.325							
0.350							
0.375							



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

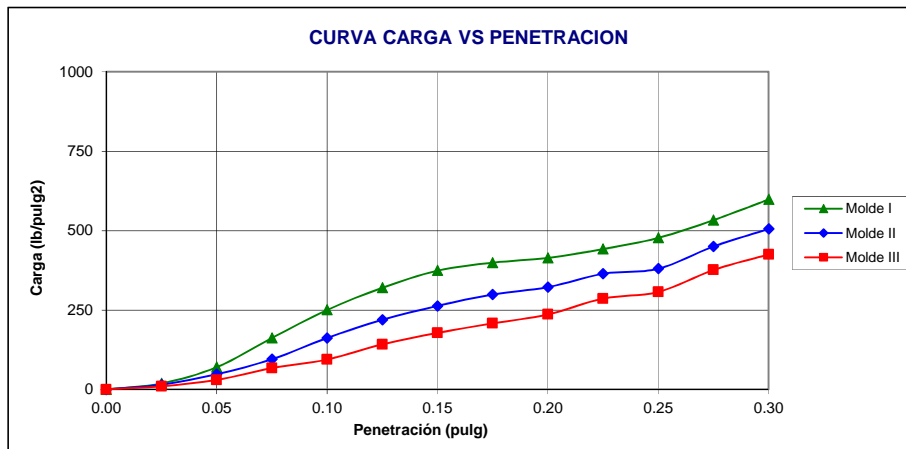
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PARCELA N° 03 SECTOR LOS ALAMOR - URB. BUENOS AIRES

**FECHA** : DICIEMBRE - 2016

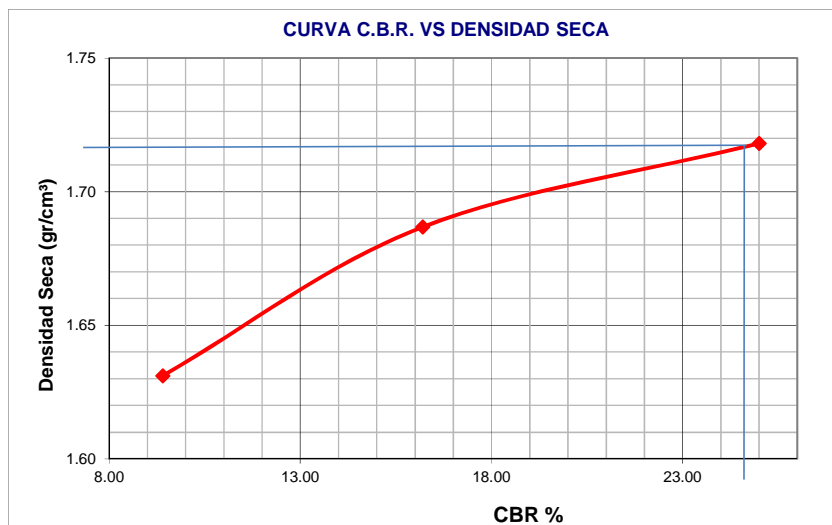
**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C - 01 **CLASF. (SUSCS)** : SP  
**MATERIAL** : M - 01 a 0.50 m **Clasf. (AASHTO)** : A-3

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



Molde	Penetración	Presión aplicada (lb/pulg²)	Presión aplicada (lb/pulg²)	C.B.R. (%)	Expansión
I	0.1	250.0	1000	25.00	0.00
II	0.1	162.0	1000	16.20	0.00
III	0.1	94.0	1000	9.40	0.00



C.B.R. 100% MDS : 24.60%

C.B.R. 95% MDS : 9.50%



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. JUAN ANTONIO SANCHEZ LIZARRAGA  
 : Bach. JUNIO ESTEBAN YATACO MORILLO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE LOCALIDAD : P.J. VILLA MARÍA

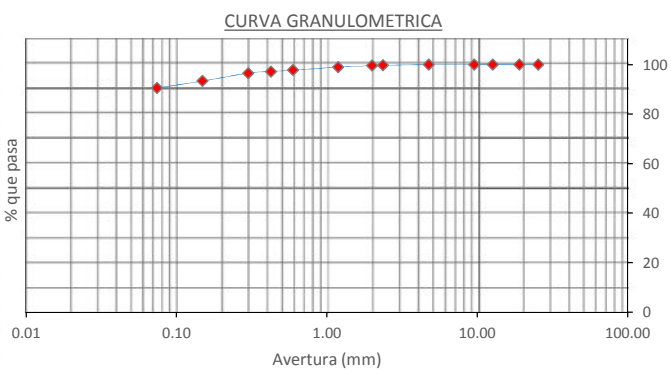
**FECHA** : 01/02/2016

**CALICATA** : C - 02

**MUESTRA** : M - 01 PROFUNDIDAD : 0.00 - 0.65m

**1.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D 421)**

Mallas	Abertura (mm)	Peso retenido (grs)	% que pasa
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.700	0.000	100.00
3/8"	9.525	0.000	100.00
Nº 4	4.760	0.000	100.00
Nº 8	2.360	1.461	99.73
Nº 10	2.000	0.770	99.59
Nº 16	1.190	3.159	99.01
Nº 30	0.595	6.729	97.78
Nº 40	0.425	2.959	97.24
Nº 50	0.300	3.496	96.60
Nº 100	0.149	17.569	93.39
Nº 200	0.074	15.084	90.63
< Nº 200	-	495.223	-



$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{0.074}{0.074} = 1$$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = \frac{(0.074)^2}{0.074 \times 0.074} = 1$$

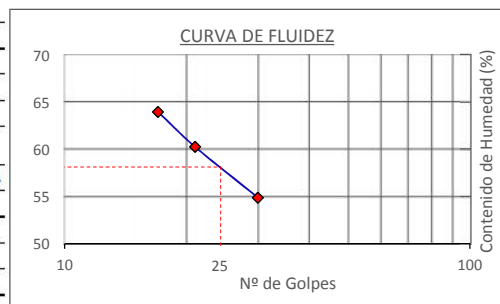
**2.- LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBER (ASTM - D4318)**

**A.- LÍMITE LIQUIDO**

Procedimiento	Tara Nº 01	Tara Nº 02	Tara Nº 03
1. Nº de Golpes	30	21	17
2. Peso de Tara, (gr)	38.36	39.99	38.26
3. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	48.15	47.7	45.51
4. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	44.68	44.8	42.68
5. Peso del Agua, (gr)	3.47	2.9	2.83
6. Peso del Suelo Seco, (gr)	6.32	4.81	4.42
7. Contenido de Humedad, (%)	54.91	60.3	64.03

**B.- LÍMITE PLÁSTICO**

Procedimiento	Tara Nº 01	Tara Nº 02	Tara Nº 03
1. Peso de Tara, (gr)	18.29	18.59	18.44
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	18.57	18.87	18.74
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	18.51	18.81	18.67
4. Peso del Agua, (gr)	0.06	0.06	0.07
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	0.22	0.22	0.23
6. Contenido de Humedad, (%)	27.28	27.28	30.44



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

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso de Tara, (gr)	38.77
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	99.24
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	83.38
4. Peso del Agua, (gr)	15.86
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	44.61
6. Contenido de Humedad, (%)	35.36

Grava (No.4 < Diam < 1")	0.00%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	9.37%
Finos (Diam < No.200)	90.63%
Límite Líquido	58
Límite Plástico	26
Índice de Plasticidad	32
Clasificación SUCS	CH
Clasificación AASHTO	A-7-5







**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

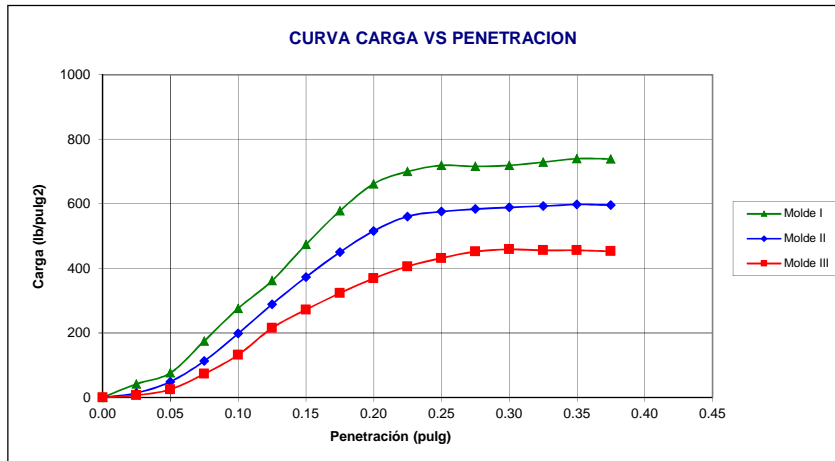
**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

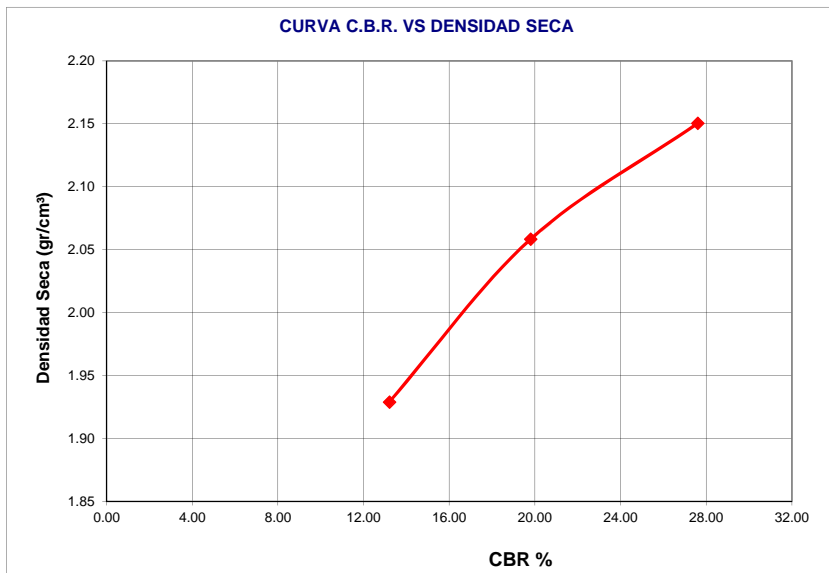
**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2016

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C - 02 **CLASF. (SUSCS)** : CH  
**MATERIAL** : M - 01 de 0.50 m **Clasf. (AASHTO)** : A-7-5



Molde	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lb/pulg²)	Presión aplicada (lb/pulg²)	C.B.R. (%)	Expansión
I	0.1	276.0	1000	27.60	0.00
II	0.1	198.0	1000	19.80	0.00
III	0.1	132.0	1000	13.20	0.00



C.B.R. 100% MDS : **19.56%**

C.B.R. 95% MDS : **14.12%**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE **LOCALIDAD** : AA.HH. GOLFO PERSICO

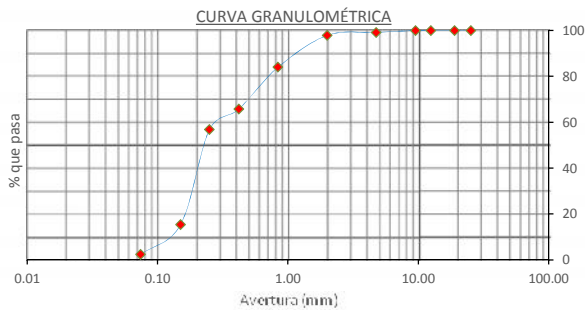
**FECHA** : FEBRERO DEL 2016

**CALICATA** : C - 03

**MUESTRA** : M - 01 **PROFUNDIDAD** : 0.50 - 1.00 m

**1.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D 421)**

Mallas	Abertura (mm)	Peso retenido (grs)	% que pasa
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.525	0.000	100.00
Nº 4	4.760	3.400	99.21
Nº 10	2.000	5.600	97.92
Nº 20	0.840	59.800	84.06
Nº 40	0.420	79.100	65.74
Nº 60	0.250	38.500	56.82
Nº 100	0.150	178.800	15.40
Nº 200	0.074	56.200	2.39
< Nº 200	-	10.300	-



$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 1.93$

$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = 0.98$

**SUELO MAL GRADUADO**

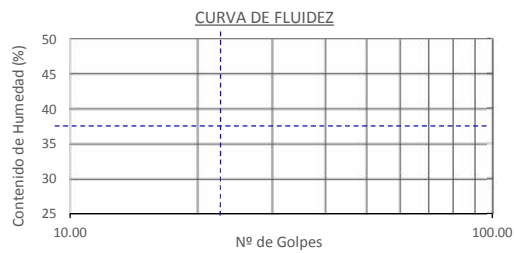
**2.- LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)**

**A.- LÍMITE LIQUIDO**

Procedimiento	Tara Nº
1. Nº de Golpes	<b>NO PRESENTA</b>
2. Peso de Tara, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
4. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
5. Peso del Agua, (gr)	
6. Peso del Suelo Seco, (gr)	
7. Contenido de Humedad, (%)	

**B.- LÍMITE PLÁSTICO**

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso de Tara, (gr)	<b>NO PRESENTA</b>
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
4. Peso del Agua, (gr)	
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	
6. Contenido de Humedad, (%)	



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

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso de Tara, (gr)	32.25
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	154.45
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	149.45
4. Peso del Agua, (gr)	5.00
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	117.20
6. Contenido de Humedad, (%)	<b>4.266</b>

Grava (No.4 < Diam < 1")	0.79%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	96.83%
Finos (Diam < No.200)	2.39%
Límite Líquido	-
Límite Plástico	N.P.
Índice Plasticidad	N.P.
Clasificación SUCS	SP
Clasificación AASHTO	A-2-4







**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - AA.HH. H.U.P. GOLFO PERSICO

**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2016

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C - 03 **CLASF. (SUSCS)** : SP  
**MATERIAL** : M - 01 de 0.45 a 1.00 **Clasf. (AASHTO)** : A-2-4 (0)

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

**a) Ensayo preliminar de Proctor modificado**

Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.829
Optimo Contenido de Humedad (%)	12.14

**b) Compactación de los moldes CBR**

Molde N°		I	II	III
N° de capas		5	5	5
N° de golpes por capa		56	26	12
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	13388.00	13125.00	12965.00
2	Peso del molde [gr]	6777.00	6697.00	6766.00
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	6611.00	6428.00
4	Volumen de molde [cm <sup>3</sup> ]		3172.00	3169.00
5	Densidad húmeda [gr/cm <sup>3</sup> ]	(3)/(4)	2.084	2.028

**CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA**

Tara N°		1	2	3
6	Peso de la tara, [gr]	21.512	24.805	21.735
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	84.975	90.738	101.987
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	78.102	83.603	93.251
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	6.873	7.135
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	56.590	58.798
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	12.145	12.135
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm <sup>3</sup> ]	5/(1+(11)/100)	1.858	1.809

**c) Prueba de penetración**

Area del anillo = 3 pulg<sup>2</sup>

Presión (libras/pulg<sup>2</sup>) = ( L )/3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg <sup>2</sup> )	Molde N° I		Molde N° II		Molde N° III	
		Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		263.0	88	213.6	71	141.6	47
0.050		393.4	131	332.7	111	184.3	61
0.075		559.8	187	496.8	166	242.8	81
0.100	1000	721.6	241	663.2	221	305.7	102
0.125		874.5	292	800.3	267	368.7	123
0.150		1000.4	333	935.2	312	431.6	144
0.175		1133.0	378	1061.1	354	490.1	163
0.200	1500	1252.2	417	1162.3	387	546.3	182
0.225		1387.1	462	1245.4	415	647.4	216
0.250		1501.7	501	1315.1	438	699.2	233
0.275							
0.300	1900						
0.325							
0.350							
0.375							





# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

E.A.P. INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
: Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**LOCALIDAD** : AA.HH. 14 DE FEBRERO

**FECHA** : FEBRERO DEL 2016

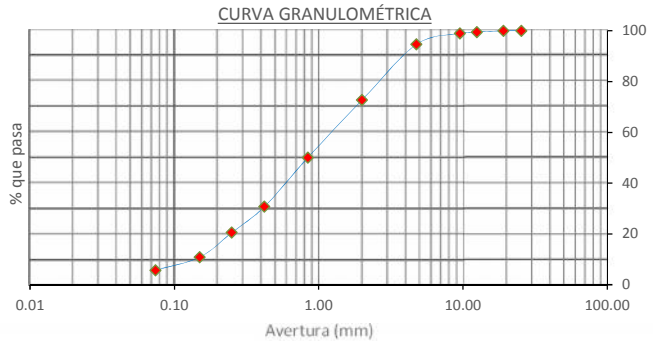
**CALICATA** : C - 04

**MUESTRA** : M - 01

**PROFUNDIDAD** : 0.40 - 1.00 m

## 1.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D 421)

Mallas	Abertura (mm)	Peso retenido (grs)	% que pasa
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	5.000	99.50
3/8"	9.525	6.000	98.90
Nº 4	4.760	43.000	94.62
Nº 10	2.000	219.000	72.78
Nº 20	0.840	228.000	50.05
Nº 40	0.420	194.000	30.71
Nº 60	0.250	102.000	20.54
Nº 100	0.150	97.000	10.87
Nº 200	0.074	52.000	5.68
< Nº 200	-	57.000	-



$C_u = 0.17$   
 $C_c = 0.42$   
 $C_c = 1.35$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 7.95$$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = 0.77$$

**SUELO MAL GRADUADO**

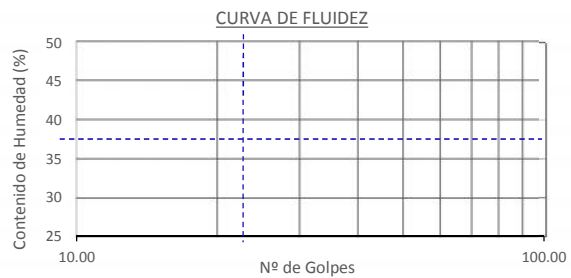
## 2.- LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

### A.- LÍMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara Nº
1. Nº de Golpes	<b>NO PRESENTA</b>
2. Peso de Tara, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
4. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
5. Peso del Agua, (gr)	
6. Peso del Suelo Seco, (gr)	
7. Contenido de Humedad (%)	

### B.- LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso de Tara, (gr)	<b>NO PRESENTA</b>
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
4. Peso del Agua, (gr)	
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	
6. Contenido de Humedad (%)	



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

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso de Tara, (gr)	26.95
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	140.10
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	135.52
4. Peso del Agua, (gr)	4.58
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	108.57
6. Contenido de Humedad (%)	<b>4.218</b>

Grava (No.4 < Diam < 1")	5.38%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	88.93%
Finos (Diam < No.200)	5.68%
Límite Líquido	-
Límite Plástico	N.P.
Índice Plasticidad	N.P.
Clasificación SUCS	SP - SM
Clasificación AASHTO	A-1-b





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

<b>TESIS</b>	: PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE		
<b>TESISTAS</b>	: Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO		
<b>UBICACIÓN</b>	: DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - AA.HH. 14 FE FEBRERO		
<b>FECHA</b>	: DICIEMBRE DEL 2016		
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
<b>CALICATA</b>	: C - 04	<b>CLASF. (SUSCS)</b>	: SP - SM
<b>MATERIAL</b>	: M - 01 de 0.40 - 1.00 m	<b>Clasf. (AASHTO)</b>	: A-1-b

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

a) Ensayo preliminar de Proctor modificado

Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.058
Óptimo Contenido de Humedad (%)	9.50

b) Compactación de los moldes CBR

Molde N°		I	II	III
N° de capas		5	5	5
N° de golpes por capa		56	26	12
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	13924.00	13670.00	13329.00
2	Peso del molde [gr]	6777.00	6777.00	6777.00
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	7147.00	6893.00
4	Volumen de molde [cm <sup>3</sup> ]		3172.00	3169.00
5	Densidad húmeda [gr/cm <sup>3</sup> ]	(3)/(4)	2.253	2.175

CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

Tara N°		1	2	3
6	Peso de la tara, [gr]	28.100	34.706	21.548
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	256.200	158.312	145.063
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	237.000	146.362	133.116
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	19.200	11.950
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	208.900	111.656
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	9.191	10.703
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm <sup>3</sup> ]	5/(1+(11)/100)	2.063	1.965

c) Prueba de penetración

Area del anillo = 3 pulg<sup>2</sup>

Presión (libras/pulg<sup>2</sup>) = (L)/3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg <sup>2</sup> )	Molde N° I		Molde N° II		Molde N° III	
		Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión
0.000		128.1	43	107.9	36	89.9	30
0.025		222.6	74	175.4	58	132.6	44
0.050		355.2	118	267.5	89	182.1	61
0.075		512.6	171	370.9	124	233.8	78
0.100	1000	658.7	220	467.6	156	281.0	94
0.125		793.6	265	557.5	186	326.0	109
0.150		910.5	303	634.0	211	364.2	121
0.175		1009.4	336	701.4	234	400.2	133
0.200	1500	1097.1	366	764.4	255	438.4	146
0.225		1166.8	389	816.1	272	474.3	158
0.250		1216.2	405	861.0	287	514.8	172
0.275							
0.300	1900						
0.325							
0.350							
0.375							



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

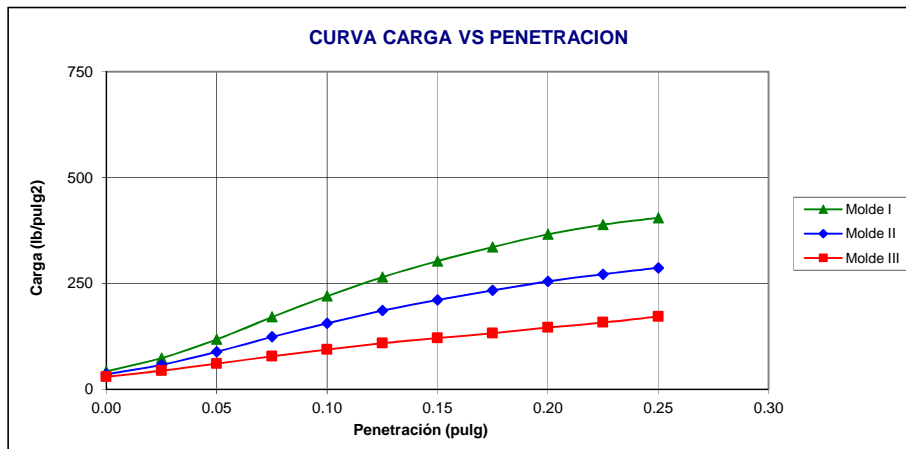
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - AA.HH. 14 FE FEBRERO

**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2016

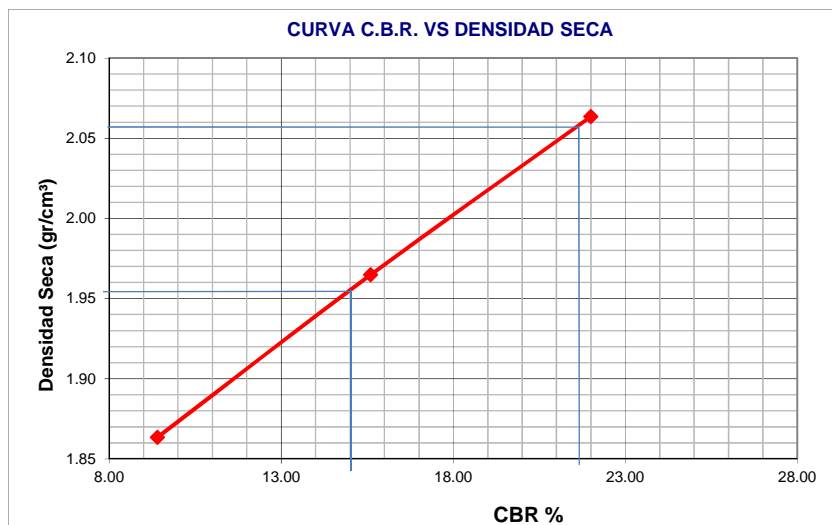
**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C - 04 **CLASF. (SUSCS)** : SP - SM  
**MATERIAL** : M - 01 de 0.40 - 1.00 m **Clasf. (AASHTO)** : A-1-b

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



Molde	Penetración	Presión aplicada (lb/pulg²)	Presión aplicada (lb/pulg²)	C.B.R. (%)	Expansión
I	0.1	220.0	1000	22.00	0.00
II	0.1	156.0	1000	15.60	0.00
III	0.1	94.0	1000	9.40	0.00



C.B.R. 100% MDS : 21.75%

CBR 95% MDS : 15.00%



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

E.A.P. INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
: Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**LOCALIDAD** : I ETAPA URB. BUENOS AIRES

**FECHA** : FEBRERO DEL 2016

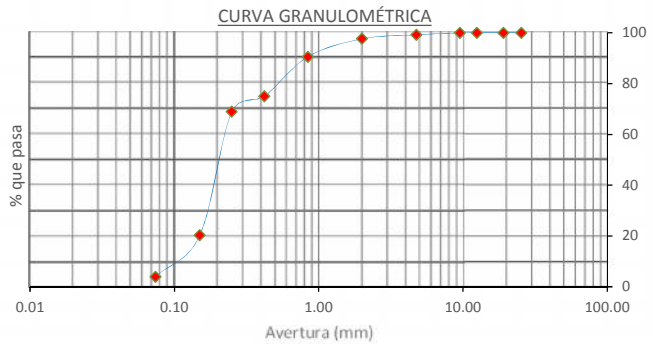
**CALICATA** : C - 05

**MUESTRA** : M - 01

**PROFUNDIDAD** : 0.60 m

## 1.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D 421)

Mallas	Abertura (mm)	Peso retenido (grs)	% que pasa
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.525	0.000	100.00
Nº 4	4.760	5.600	99.16
Nº 10	2.000	10.100	97.65
Nº 20	0.840	47.400	90.56
Nº 40	0.420	103.800	75.03
Nº 60	0.250	41.000	68.89
Nº 100	0.150	325.000	20.26
Nº 200	0.074	109.100	3.94
< Nº 200	-	26.300	-



$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 1.92$$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = 1.18$$

**SUELO MAL GRADUADO**

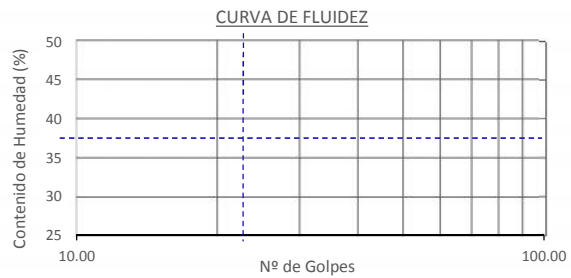
## 2.- LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

### A.- LÍMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara Nº
1. Nº de Golpes	<b>NO PRESENTA</b>
2. Peso de Tara, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
4. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
5. Peso del Agua, (gr)	
6. Peso del Suelo Seco, (gr)	
7. Contenido de Humedad (%)	

### B.- LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso de Tara, (gr)	<b>NO PRESENTA</b>
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
4. Peso del Agua, (gr)	
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	
6. Contenido de Humedad (%)	



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

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso de Tara, (gr)	21.80
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	72.00
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	71.80
4. Peso del Agua, (gr)	0.20
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	50.00
6. Contenido de Humedad (%)	<b>0.400</b>

Grava (No.4 < Diam < 1")	0.84%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	95.23%
Finos (Diam < No.200)	3.94%
Límite Líquido	-
Límite Plástico	N.P.
Índice Plasticidad	N.P.
Clasificación SUCS	SP
Clasificación AASHTO	A-3





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PRIMERA ETAPA URB. BUENOS AIRES

**FECHA** : MARZO DEL 2016

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C - 05 **CLASF. (SUSCS)** : SP  
**MATERIAL** : M - 01 a 0.60 m **Clasf. (AASHTO)** : A-3

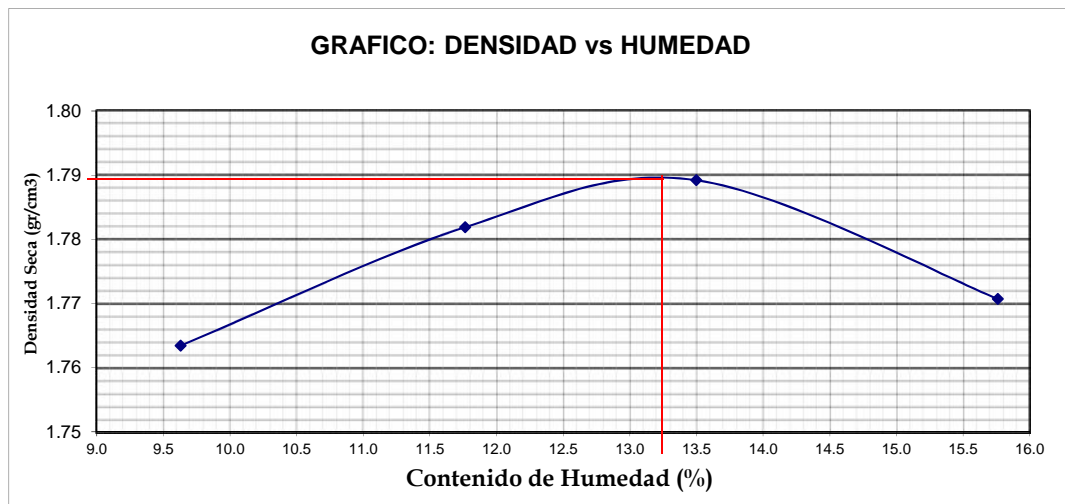
**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO ( MTC E 115-2000 - ASTN D- 1557)**

PUNTO No.		I	II	III	IV	V
MOLDE No.		1	1	1	1	
1	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	944.000	944.000	944.000	944.000	
2	Peso del molde (gr)	1763.000	1763.000	1763.000	1763.000	
3	Peso del molde + muestra húmeda (gr)	3588.000	3643.000	3680.000	3698.000	
4	Peso de la muestra húmeda (gr)	1825.000	1880.000	1917.000	1935.000	
5	Densidad húmeda de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.933	1.992	2.031	2.050	

**CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA**

6	Peso de la tara (gr)	21.602	22.121	18.505	17.609	
7	Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	80.812	75.188	81.602	81.498	
8	Peso de la tara + suelo seco (gr)	75.611	69.602	74.098	72.799	
9	Peso del agua (gr)	5.201	5.586	7.504	8.699	
10	Peso del suelo seco (gr)	54.009	47.481	55.593	55.190	
11	Contenido de humedad (%)	9.630	11.765	13.498	15.762	
12	Densidad seca de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.763	1.782	1.789	1.771	

**GRAFICO: DENSIDAD vs HUMEDAD**



<b>Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.789</b>
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	<b>13.25</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PRIMERA ETAPA URB. BUENOS AIRES

**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2016

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C - 05 **CLASF. (SUSCS)** : SP  
**MATERIAL** : M - 01 a 0.60 m **Clasf. (AASHTO)** : A-3

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

**a) Ensayo preliminar de Proctor modificado**

Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.789
Optimo Contenido de Humedad (%)	13.25

**b) Compactación de los moldes CBR**

Molde N°		I	II	III
N° de capas		5	5	5
N° de golpes por capa		56	26	12
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	13207.00	12827.00	12583.00
2	Peso del molde [gr]	6777.00	6697.00	6766.00
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	6430.00	6130.00
4	Volumen de molde [cm <sup>3</sup> ]		3172.00	3169.00
5	Densidad húmeda [gr/cm <sup>3</sup> ]	(3)/(4)	2.027	1.934

**CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA**

Tara N°		1	2	3
6	Peso de la tara, [gr]	22.450	21.750	21.800
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	57.500	56.800	65.800
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	53.400	52.700	60.650
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	4.100	5.150
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	30.950	38.850
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	13.247	13.256
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm <sup>3</sup> ]	5/(1+(11)/100)	1.790	1.617

**c) Prueba de penetración**

Area del anillo = 3 pulg<sup>2</sup>

Presión (libras/pulg<sup>2</sup>) = ( L )/3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg <sup>2</sup> )	Molde N° I		Molde N° II		Molde N° III	
		Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		78.7	26	69.7	23	60.7	20
0.050		116.9	39	94.4	31	85.4	28
0.075		177.6	59	141.6	47	128.1	43
0.100	1000	267.5	89	204.6	68	155.1	52
0.125		436.1	145	287.8	96	206.8	69
0.150		598.0	199	339.5	113	272.0	91
0.175		739.6	247	445.1	148	330.5	110
0.200	1500	910.5	303	553.0	184	393.4	131
0.225		1106.1	369	795.8	265	490.1	163
0.250		1317.4	439	919.5	306	568.8	190
0.275		1452.3	484	1117.3	372	744.1	248
0.300	1900	1652.3	551	1171.3	390	894.7	298
0.325							
0.350							
0.375							



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

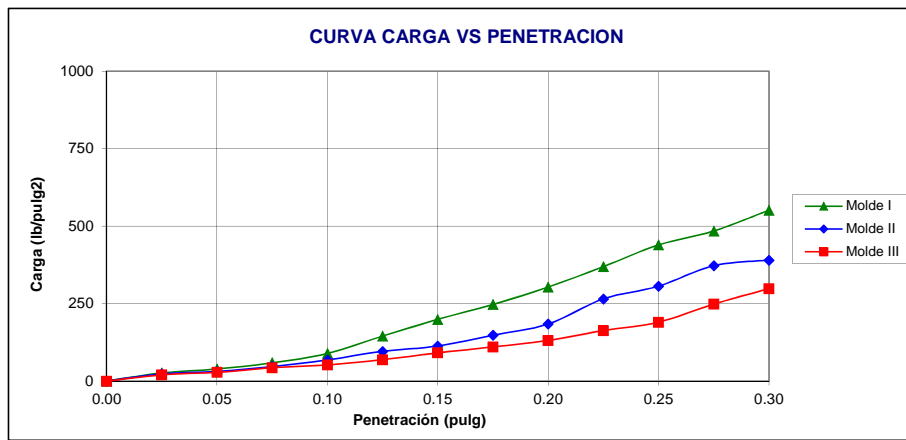
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PRIMERA ETAPA URB. BUENOS AIRES

**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2016

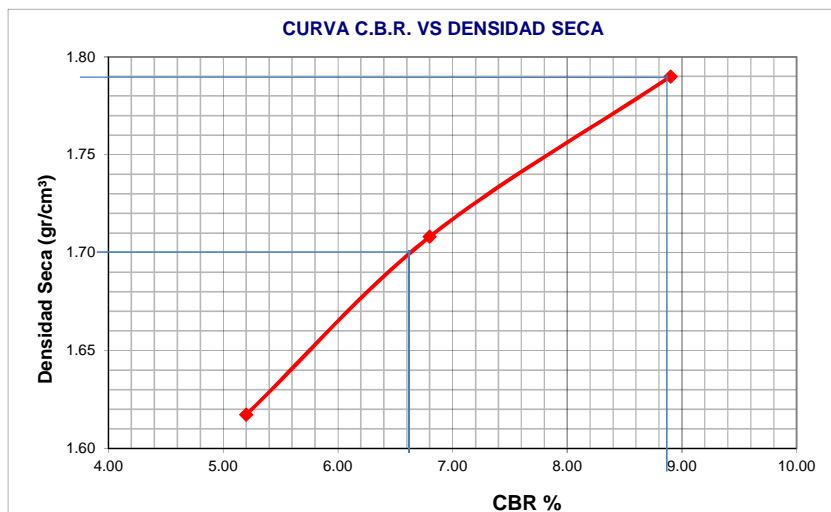
**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C - 05 **CLASF. (SUSCS)** : SP  
**MATERIAL** : M - 01 a 0.60 m **Clasf. (AASHTO)** : A-3

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



Molde	Penetración	Presión aplicada (lb/pulg <sup>2</sup> )	Presión aplicada (lb/pulg <sup>2</sup> )	C.B.R. (%)	Expansión
I	0.1	89.0	1000	8.90	0.00
II	0.1	68.0	1000	6.80	0.00
III	0.1	52.0	1000	5.20	0.00



C.B.R. 100% MDS : 8.83%

C.B.R. 95% MDS : 6.62%



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

E.A.P. INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
: Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**LOCALIDAD** : AA.HH. 1 DE MAYO

**FECHA** : FEBRERO DEL 2016

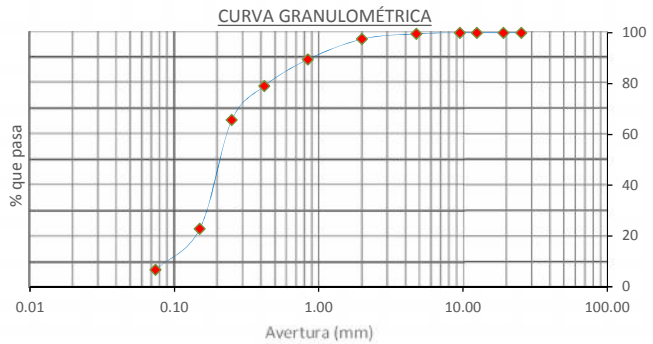
**CALICATA** : C - 06

**MUESTRA** : M - 01

**PROFUNDIDAD** : 0.70 m

## 1.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D 421)

Mallas	Abertura (mm)	Peso retenido (grs)	% que pasa
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.525	0.000	100.00
Nº 4	4.760	0.700	99.63
Nº 10	2.000	3.950	97.54
Nº 20	0.840	15.200	89.51
Nº 40	0.420	19.750	79.06
Nº 60	0.250	25.350	65.66
Nº 100	0.150	81.050	22.81
Nº 200	0.074	30.600	6.63
< Nº 200	-	12.550	-



$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 0.89$$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = 0.16$$

$$C_u = 0.18$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 0.26$$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = 0.16$$

**SUELO MAL GRADUADO**

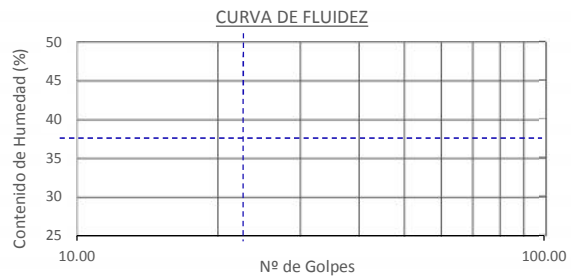
## 2.- LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

### A.- LÍMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara Nº
1. Nº de Golpes	<b>NO PRESENTA</b>
2. Peso de Tara, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
4. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
5. Peso del Agua, (gr)	
6. Peso del Suelo Seco, (gr)	
7. Contenido de Humedad (%)	

### B.- LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso de Tara, (gr)	<b>NO PRESENTA</b>
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
4. Peso del Agua, (gr)	
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	
6. Contenido de Humedad (%)	



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

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso de Tara, (gr)	65.80
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	245.10
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	218.65
4. Peso del Agua, (gr)	26.45
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	152.85
6. Contenido de Humedad (%)	<b>17.305</b>

Grava (No.4 < Diam < 1")	0.37%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	92.99%
Finos (Diam < No.200)	6.63%
Límite Líquido	-
Límite Plástico	N.P.
Índice Plástico	N.P.
Clasificación SUCS	SP
Clasificación AASHTO	A-2-4 (0)





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - 1° MAYO

**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2016

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C - 6 **CLASF. (SUSCS)** : SP  
**MUESTRA** : M-1 a 0.70 m **Clasf. (AASHTO)** : A-2-4 (0)

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

**a) Ensayo preliminar de Proctor modificado**

Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.892
Optimo Contenido de Humedad (%)	10.69

**b) Compactación de los moldes CBR**

Molde N°		I	II	III
N° de capas		5	5	5
N° de golpes por capa		56	26	12
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	13565.00	13338.00	13267.00
2	Peso del molde [gr]	6777.00	6697.00	6766.00
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	6788.00	6641.00
4	Volumen de molde [cm <sup>3</sup> ]		3172.00	3169.00
5	Densidad húmeda [gr/cm <sup>3</sup> ]	(3)/(4)	2.140	2.096

**CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA**

Tara N°		1	2	3
6	Peso de la tara, [gr]	30.121	34.706	21.548
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	143.206	158.312	145.063
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	132.257	146.362	133.116
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	10.949	11.950
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	102.136	111.656
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	10.720	10.703
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm <sup>3</sup> ]	5/(1+(11)/100)	1.933	1.893

**c) Prueba de penetración**

Area del anillo = 3 pulg<sup>2</sup>

Presión (libras/pulg<sup>2</sup>) = ( L )/3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg <sup>2</sup> )	Molde N° I		Molde N° II		Molde N° III	
		Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión
0.000		251.8	84	197.8	66	130.4	43
0.025		649.7	217	436.1	145	224.8	75
0.050		1124.0	375	692.4	231	332.7	111
0.075		1508.5	503	901.5	300	436.1	145
0.100	1000	1805.2	602	1083.6	361	539.5	180
0.125		2081.7	694	1234.2	411	645.2	215
0.150		2340.3	780	1411.8	471	753.1	251
0.175		2578.6	860	1566.9	522	849.8	283
0.200	1500	2780.9	927	1665.8	555	935.2	312
0.225		2927.0	976	1749.0	583	1007.1	336
0.250		3084.4	1028	1805.2	602	1052.1	351
0.275							
0.300	1900						
0.325							
0.350							
0.375							





# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

E.A.P. INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
: Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**LOCALIDAD** : AA.HH. VILLA VICTORIA

**FECHA** : FEBRERO DEL 2016

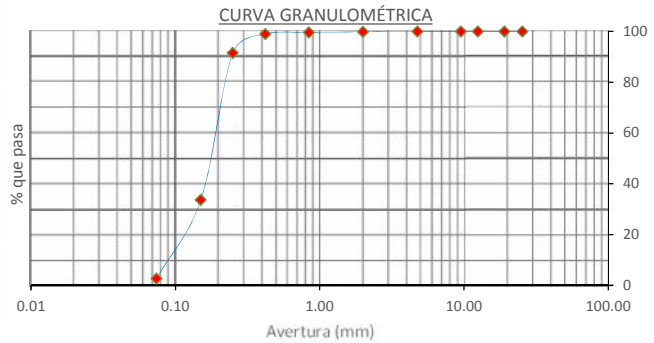
**CALICATA** : C - 07

**MUESTRA** : M - 01

**PROFUNDIDAD** : 0.50 m

## 1.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D 421)

Mallas	Abertura (mm)	Peso retenido (grs)	% que pasa
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.525	0.000	100.00
Nº 4	4.760	0.000	100.00
Nº 10	2.000	0.800	99.83
Nº 20	0.840	1.200	99.58
Nº 40	0.420	2.800	99.00
Nº 60	0.250	36.200	91.47
Nº 100	0.150	278.200	33.61
Nº 200	0.074	148.800	2.66
< Nº 200	-	12.800	-



$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 2.09$

$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = 1.49$

**SUELO MAL GRADUADO**

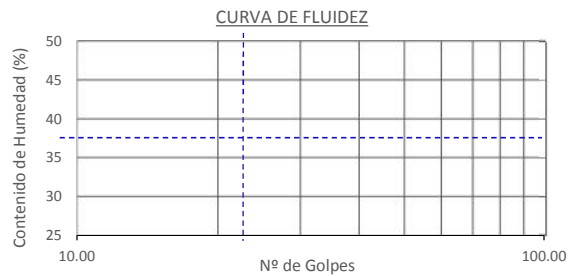
## 2.- LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

### A.- LÍMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara Nº
1. Nº de Golpes	<b>NO PRESENTA</b>
2. Peso de Tara, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
4. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
5. Peso del Agua, (gr)	
6. Peso del Suelo Seco, (gr)	
7. Contenido de Humedad (%)	

### B.- LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso de Tara, (gr)	<b>NO PRESENTA</b>
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
4. Peso del Agua, (gr)	
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	
6. Contenido de Humedad (%)	



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

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso de Tara, (gr)	21.90
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	64.40
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	62.65
4. Peso del Agua, (gr)	1.75
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	40.75
6. Contenido de Humedad (%)	<b>4.294</b>

Grava (No.4 < Diam < 1")	0.00%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	97.34%
Finos (Diam < No.200)	2.66%
Límite Líquido	-
Límite Plástico	N.P.
Índice Plástico	N.P.
Clasificación SUCS	SP
Clasificación AASHTO	A-2-4 (0)







**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN

: Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - AA.HH. VILLA VICTORIA

**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2016

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C - 07

**CLASF. (SUSCS)**

: SP

**MATERIAL** : M - 01 a 0.50 m

**Clasf. (AASHTO)**

: A-2-4 (0)

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

**a) Ensayo preliminar de Proctor modificado**

Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.593
Óptimo Contenido de Humedad (%)	16.92

**b) Compactación de los moldes CBR**

Molde N°		I	II	III	
N° de capas		5	5	5	
N° de golpes por capa		56	26	12	
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	12679.00	12353.00	12317.00	
2	Peso del molde [gr]	6777.00	6697.00	6766.00	
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	5902.00	5656.00	5551.00
4	Volumen de molde [cm <sup>3</sup> ]		3172.00	3169.00	3176.00
5	Densidad húmeda [gr/cm <sup>3</sup> ]	(3)/(4)	1.861	1.785	1.748

**CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA**

Tara N°		1	2	3	
6	Peso de la tara, [gr]	31.205	22.214	30.832	
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	124.102	109.621	117.835	
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	110.682	96.990	105.285	
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	13.420	12.631	12.550
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	79.477	74.776	74.453
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	16.885	16.892	16.856
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm <sup>3</sup> ]	5/(1+(11)/100)	1.592	1.527	1.496

**c) Prueba de penetración**

Area del anillo = 3 pulg<sup>2</sup>

Presión (libras/pulg<sup>2</sup>) = (L)/3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg <sup>2</sup> )	Molde N° I		Molde N° II		Molde N° III	
		Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		200.1	67	173.1	58	123.6	41
0.050		328.2	109	303.5	101	179.8	60
0.075		723.9	241	546.3	182	258.5	86
0.100	1000	1040.9	347	755.4	252	359.7	120
0.125		1355.6	452	1047.6	349	469.9	157
0.150		1584.9	528	1191.5	397	589.0	196
0.175		1740.0	580	1297.1	432	705.9	235
0.200	1500	1850.2	617	1364.6	455	798.1	266
0.225		1976.1	659	1402.8	468	876.8	292
0.250		2140.2	713	1510.7	504	946.4	315
0.275							
0.300	1900						
0.325							
0.350							
0.375							



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

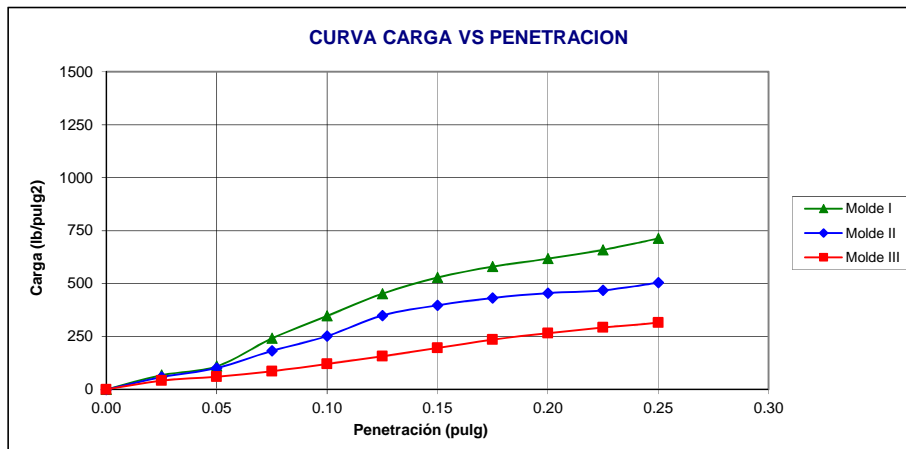
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - AA.HH. VILLA VICTORIA

**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2016

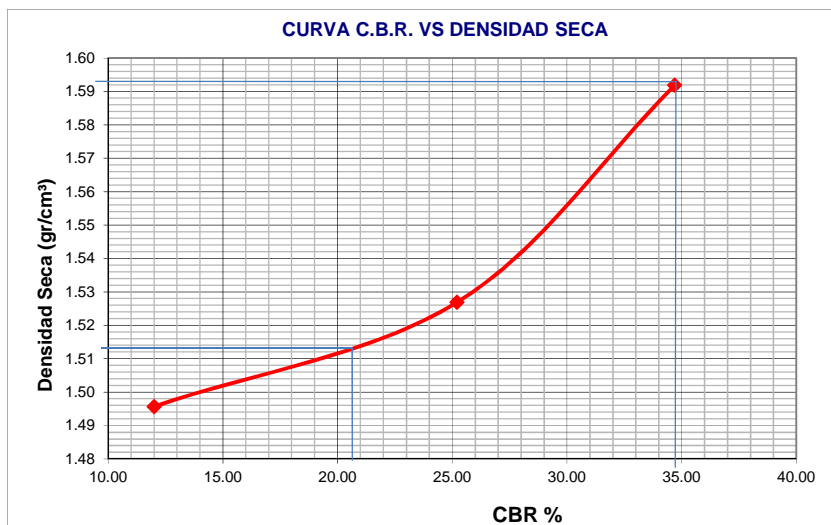
**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C - 07 **CLASF. (SUSCS)** : SP  
**MATERIAL** : M - 01 a 0.50 m **Clasf. (AASHTO)** : A-2-4 (0)

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



Molde	Penetración	Presión aplicada (lb/pulg²)	Presión aplicada (lb/pulg²)	C.B.R. (%)	Expansión
I	0.1	347.0	1000	34.70	0.00
II	0.1	252.0	1000	25.20	0.00
III	0.1	120.0	1000	12.00	0.00



C.B.R. 100% MDS : 34.65%

C.B.R. 95% MDS : 20.65%



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

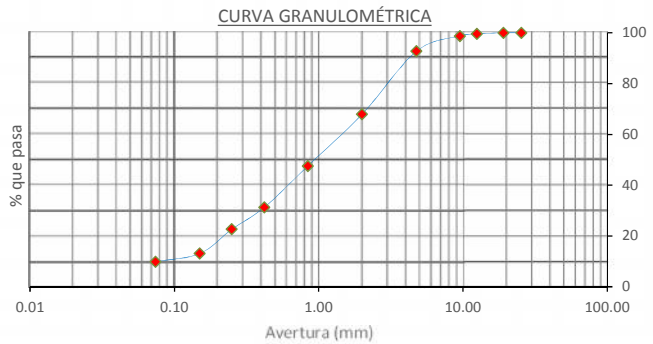
E.A.P. INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

<b>TESIS</b>	: PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE		
<b>TESISTAS</b>	: Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO		
<b>UBICACIÓN</b>	: DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE	<b>LOCALIDAD</b>	: A.H. H.U.P. LUIS FELIPE DE LAS CASA
<b>FECHA</b>	: FEBRERO DEL 2016		
<b>CALICATA</b>	: C - 08		
<b>MUESTRA</b>	: M - 01	<b>PROFUNDIDAD</b>	: 0.50 m

## 1.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D 421)

Mallas	Abertura (mm)	Peso retenido (grs)	% que pasa
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	10.700	99.62
3/8"	9.525	24.400	98.74
Nº 4	4.760	166.500	92.77
Nº 10	2.000	692.600	67.93
Nº 20	0.840	568.100	47.56
Nº 40	0.420	454.000	31.28
Nº 60	0.250	241.100	22.64
Nº 100	0.150	266.800	13.07
Nº 200	0.074	89.500	9.86
< Nº 200	-	275.000	-



$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 1.4$

$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = 0.21$

$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 1.4$

$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = 0.21$

**SUELO MAL GRADUADO**

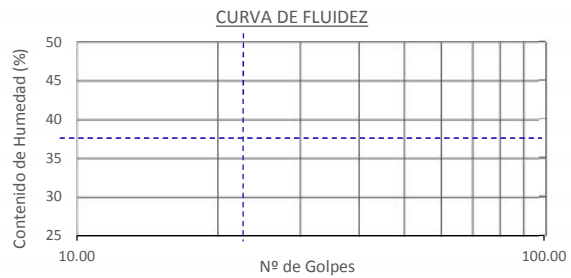
## 2.- LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

### A.- LÍMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara Nº
1. Nº de Golpes	<b>NO PRESENTA</b>
2. Peso de Tara, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
4. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
5. Peso del Agua, (gr)	
6. Peso del Suelo Seco, (gr)	
7. Contenido de Humedad (%)	

### B.- LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso de Tara, (gr)	<b>NO PRESENTA</b>
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
4. Peso del Agua, (gr)	
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	
6. Contenido de Humedad (%)	



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

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso de Tara, (gr)	25.50
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	58.60
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	57.60
4. Peso del Agua, (gr)	1.00
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	32.10
6. Contenido de Humedad (%)	<b>3.115</b>

Grava (No.4 < Diam < 1")	7.23%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	82.91%
Finos (Diam < No.200)	9.86%
Límite Líquido	-
Límite Plástico	N.P.
Índice Plasticidad	N.P.
Clasificación SUCS	<b>SM</b>
Clasificación AASHTO	<b>A-1-b</b>





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2016

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C - 08 **CLASF. (SUSCS)** : SM  
**MATERIAL** : M - 01 de 0.50 m **Clasf. (AASHTO)** : A-1-b (0)

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

**a) Ensayo preliminar de Proctor modificado**

Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.829
Optimo Contenido de Humedad (%)	12.18

**b) Compactación de los moldes CBR**

Molde N°		I	II	III
N° de capas		5	5	5
N° de golpes por capa		56	26	12
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	13386.00	13124.00	12965.00
2	Peso del molde [gr]	6777.00	6697.00	6766.00
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	6609.00	6427.00
4	Volumen de molde [cm <sup>3</sup> ]		3172.00	3169.00
5	Densidad húmeda [gr/cm <sup>3</sup> ]	(3)/(4)	2.084	2.028

**CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA**

Tara N°		1	2	3
6	Peso de la tara, [gr]	21.500	24.800	21.700
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	84.970	90.730	101.980
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	78.100	83.600	93.200
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	6.870	7.130
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	56.600	58.800
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	12.138	12.126
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm <sup>3</sup> ]	5/(1+(11)/100)	1.858	1.809

**c) Prueba de penetración**

Area del anillo = 3 pulg<sup>2</sup>

Presión (libras/pulg<sup>2</sup>) = (L )/3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg <sup>2</sup> )	Molde N° I		Molde N° II		Molde N° III	
		Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		263.0	88	213.6	71	141.6	47
0.050		393.4	131	332.7	111	184.3	61
0.075		559.8	187	496.8	166	242.8	81
0.100	1000	721.6	241	663.2	221	305.7	102
0.125		874.5	292	800.3	267	368.7	123
0.150		1000.4	333	935.2	312	431.6	144
0.175		1133.0	378	1061.1	354	490.1	163
0.200	1500	1252.2	417	1162.3	387	546.3	182
0.225		1387.1	462	1245.4	415	647.4	216
0.250		1501.7	501	1315.1	438	699.2	233
0.275							
0.300	1900						
0.325							
0.350							
0.375							



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

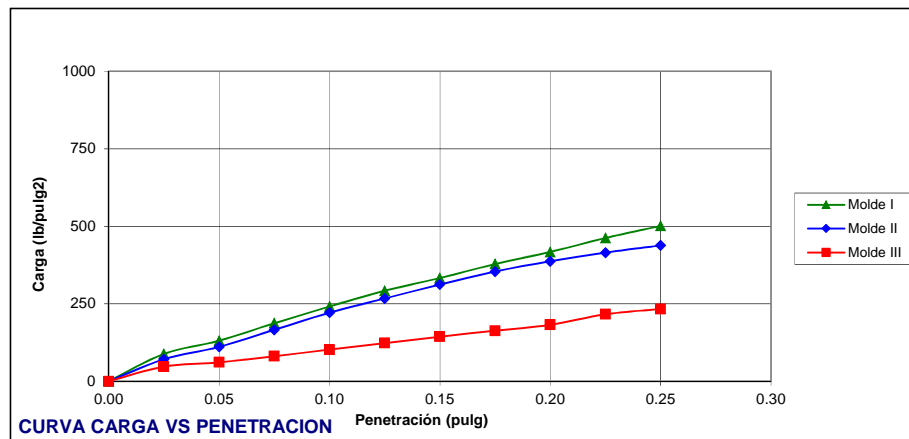
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2016

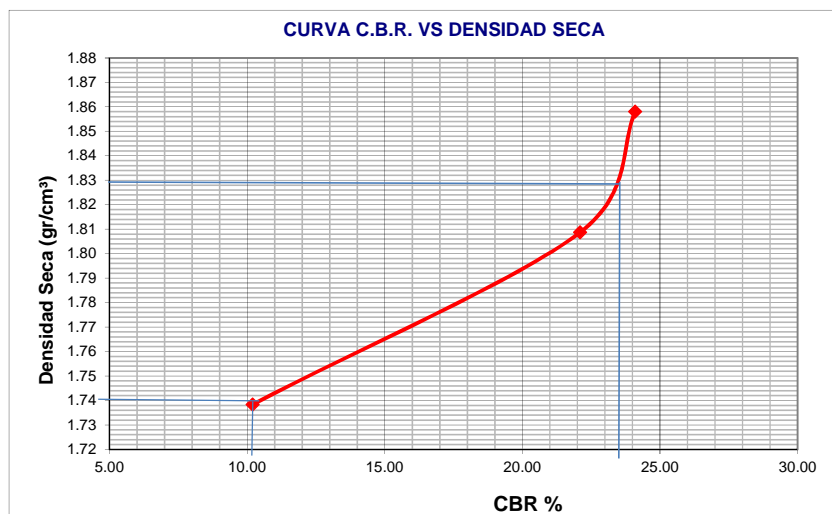
**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C - 08 **CLASF. (SUSCS)** : SM  
**MATERIAL** : M - 01 de 0.50 m **Clasf. (AASHTO)** : A-1-b (0)

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



Molde	Penetración	Presión aplicada (lb/pulg²)	Presión aplicada (lb/pulg²)	C.B.R. (%)	Expansión
I	0.1	241.0	1000	24.10	0.00
II	0.1	221.0	1000	22.10	0.00
III	0.1	102.0	1000	10.20	0.00



C.B.R. 100% MDS :	23.50%
C.B.R. 95% MDS :	10.25%



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

E.A.P. INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

**TESIS** : PROPIEDADES INDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACION CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. JUAN ANTONIO SANCHEZ LIZARRAGA  
: Bach. JUNIO ESTEBAN YATACO MORILLO

**UBICACION** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**LOCALIDAD** : A.U.P CALIFORNIA

**FECHA** : MARZO DEL 2016

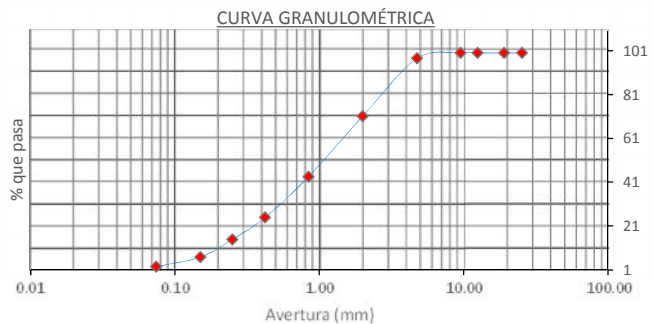
**CALICATA** : C - 9

**MUESTRA** : M - 01

**PROFUNDIDAD** : 0.50 m

## 1.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D 421)

Mallas	Abertura (mm)	Peso retenido (grs)	% que pasa
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.525	0.000	100.00
Nº 4	4.760	20.000	97.51
Nº 10	2.000	211.000	71.20
Nº 20	0.840	222.000	43.52
Nº 40	0.420	149.000	24.94
Nº 60	0.250	80.000	14.96
Nº 100	0.150	65.000	6.86
Nº 200	0.074	35.000	2.49
< Nº 200	-	20.000	-



$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 2.1$$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = 1.15$$

$$= 0.23$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 2.1$$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = 1.15$$

**SUELO MAL GRADUADO**

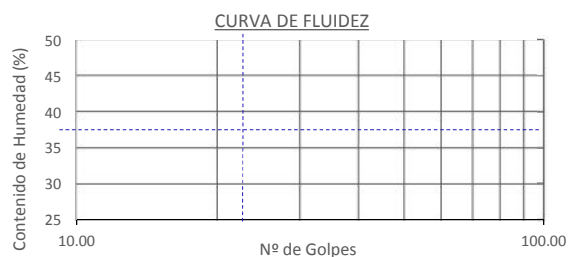
## 2.- LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

### A.- LÍMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara Nº
1. Nº de Golpes	<b>NO PRESENTA</b>
2. Peso de Tara, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
4. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
5. Peso del Agua, (gr)	
6. Peso del Suelo Seco, (gr)	
7. Contenido de Humedad, (%)	

### B.- LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso de Tara, (gr)	<b>NO PRESEN</b>
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
4. Peso del Agua, (gr)	
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	
6. Contenido de Humedad, (%)	



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

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso de Tara, (gr)	42.01
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	83.84
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	83.7
4. Peso del Agua, (gr)	0.14
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	41.69
6. Contenido de Humedad, (%)	<b>0.34</b>

Grava (No.4 < Diam < 1")	2.49%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	95.01%
Finos (Diam < No.200)	2.49%
Límite Líquido	-
Límite Plástico	N.P.
Índice Plasticidad	N.P.
Clasificación SUCS	<b>SP - SM</b>
Clasificación AASHTO	<b>A-3</b>





**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - AA.HH. H.U.P. CALIFORNIA

**FECHA** : MARZODEL 2016

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C - 09 **CLASF. (SUSCS)** : SP-SM  
**MATERIAL** : M - 01 h=0.50m **Clasf. (AASHTO)** A-3

**METODO A**

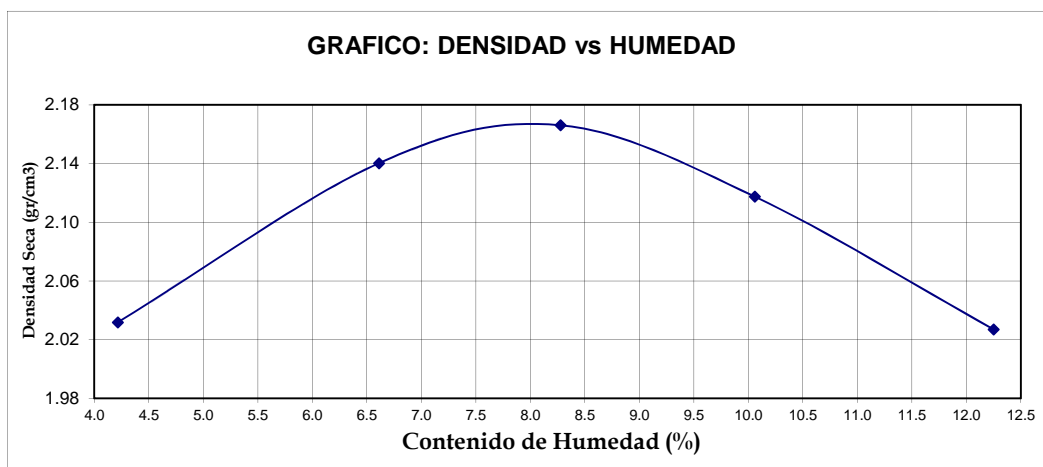
**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO ( MTC E 115-2000 - ASTN D- 1557)**

PUNTO No.		I	II	III	IV	V
MOLDE No.		1	1	1	1	1
1	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	944.000	944.000	944.000	944.000	944.000
2	Peso del molde (gr)	1763.000	1763.000	1763.000	1763.000	1763.000
3	Peso del molde + muestra húmeda (gr)	3762.000	3917.000	3977.000	3963.000	3911.000
4	Peso de la muestra húmeda (gr)	1999.000	2154.000	2214.000	2200.000	2148.000
5	Densidad húmeda de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	2.118	2.282	2.345	2.331	2.275

**CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA**

6	Peso de la tara (gr)	27.695	27.385	27.297	27.343	27.456
7	Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	79.684	84.759	75.804	79.832	90.452
8	Peso de la tara + suelo seco (gr)	77.581	81.201	72.097	75.035	83.578
9	Peso del agua (gr)	2.103	3.558	3.707	4.797	6.874
10	Peso del suelo seco (gr)	49.886	53.816	44.800	47.692	56.122
11	Contenido de humedad (%)	4.216	6.611	8.275	10.058	12.248
12	Densidad seca de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	2.032	2.140	2.166	2.118	2.027

**GRAFICO: DENSIDAD vs HUMEDAD**



<b>Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.166</b>
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	<b>8.180</b>







# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

E.A.P. INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. JUAN ANTONIO SANCHEZ LIZARRAGA  
: Bach. JUNIO ESTEBAN YATACO MORILLO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**LOCALIDAD** : PRIMERA ETAPA U-1 BUENOS AIRES

**FECHA** : MARZO DEL 2016

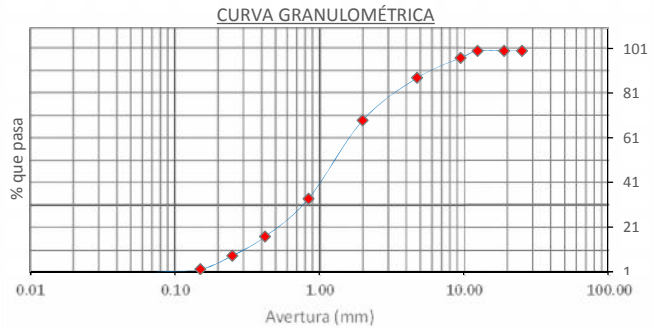
**CALICATA** : C - 10

**MUESTRA** : M - 01

**PROFUNDIDAD** : 0.50 m

## 1.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D 421)

Mallas	Abertura (mm)	Peso retenido (grs)	% que pasa
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.525	25.000	96.88
Nº 4	4.760	72.000	87.89
Nº 10	2.000	152.000	68.91
Nº 20	0.840	282.000	33.71
Nº 40	0.420	136.000	16.73
Nº 60	0.250	68.000	8.24
Nº 100	0.150	49.000	2.12
Nº 200	0.074	10.000	0.87
< Nº 200	-	7.000	-



$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 2.1$$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = 1.15$$

**SUELO MAL GRADUADO**

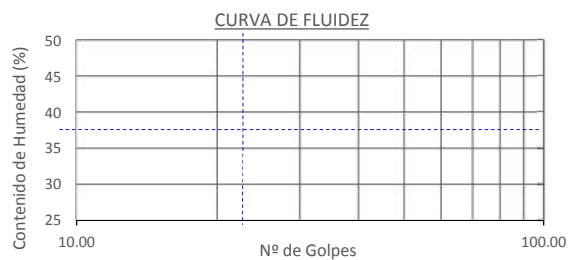
## 2.- LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

### A.- LÍMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara Nº
1. Nº de Golpes	<b>NO PRESENTA</b>
2. Peso de Tara, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
4. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
5. Peso del Agua, (gr)	
6. Peso del Suelo Seco, (gr)	
7. Contenido de Humedad, (%)	

### B.- LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso de Tara, (gr)	<b>NO PRESENTA</b>
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
4. Peso del Agua, (gr)	
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	
6. Contenido de Humedad, (%)	



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

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso de Tara, (gr)	42.01
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	82.11
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	81.85
4. Peso del Agua, (gr)	0.26
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	39.84
6. Contenido de Humedad, (%)	<b>0.65</b>

Grava (No.4 < Diam < 1")	12.11%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	87.02%
Finos (Diam < No.200)	0.87%
Límite Líquido	-
Límite Plástico	N.P.
Índice Plasticidad	N.P.
Clasificación SUCS	SP
Clasificación AASHTO	A-3







**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

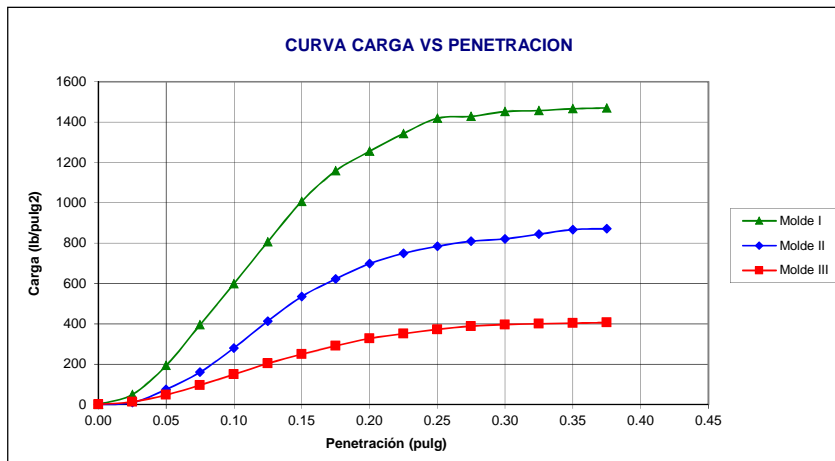
**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PRIMERA ETAPA U-1 BUENOS AIRES

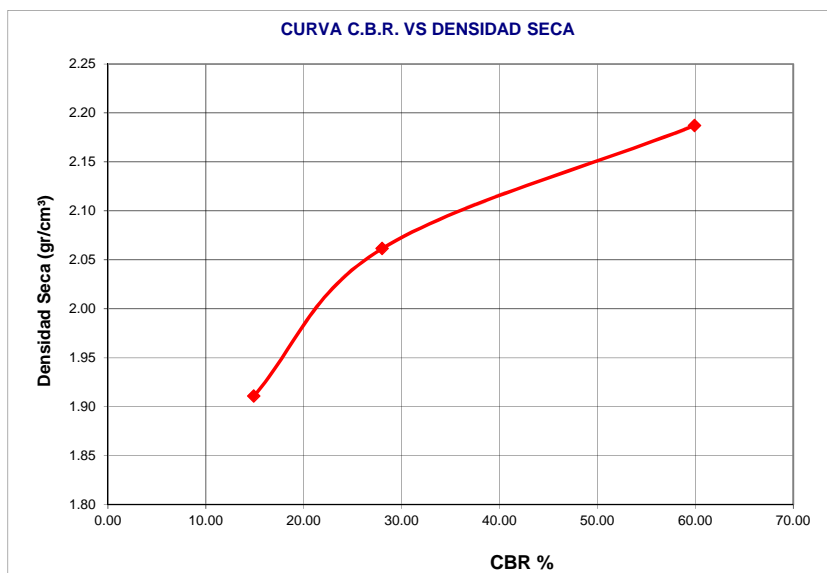
**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2016

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C - 10 **CLASF. (SUSCS)** : SP  
**MATERIAL** : M - 01 a 0.50 m **Clasf. (AASHTO)** : A-3



Molde	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lb/pulg²)	Presión aplicada (lb/pulg²)	C.B.R. (%)	Expansión
I	0.1	599.0	1000	59.90	0.00
II	0.1	280.0	1000	28.00	0.00
III	0.1	149.0	1000	14.90	0.00



**C.B.R. 100% MDS :** **25.57%**

**CBR 95% MDS :** **17.35%**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

## FACULTAD DE INGENIERIA

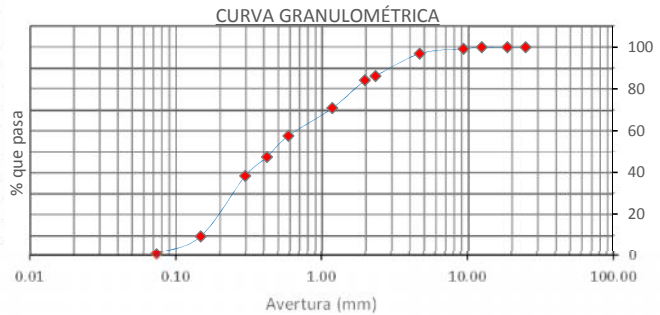
### E.A.P. INGENIERIA CIVIL

#### LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

<b>TESIS</b>	: PROPIEDADES INDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACION CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE		
<b>TESISTAS</b>	: Bach. JUAN ANTONIO SANCHEZ LIZARRAGA : Bach. JUNIO ESTEBAN YATACO MORILLO		
<b>UBICACION</b>	: DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE	<b>LOCALIDAD</b>	: PV SECTOR 5B-5C ZONA 5 URB. BUENOS AIRES
<b>FECHA</b>	: MARZO DEL 2016		
<b>CALICATA</b>	: C - 11		
<b>MUESTRA</b>	: M - 01		<b>PROFUNDIDAD</b> : 0.00 - 0.50 m

### 1.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D 421)

Mallas	Abertura (mm)	Peso retenido (grs)	% que pasa
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.700	0.000	100.00
3/8"	9.525	4.969	99.30
Nº 4	4.760	16.873	96.93
Nº 8	2.360	76.044	86.24
Nº 10	2.000	14.604	84.19
Nº 16	1.190	95.467	70.77
Nº 30	0.595	94.330	57.51
Nº 40	0.425	71.831	47.42
Nº 50	0.300	65.134	38.26
Nº 100	0.149	205.500	9.38
Nº 200	0.074	61.195	0.78
< Nº 200	-	5.550	-



$$= 0.17$$

$$= 0.25$$

$$= 0.67$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 3.95$$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = 0.55$$

**SUELO MAL GRADUADO**

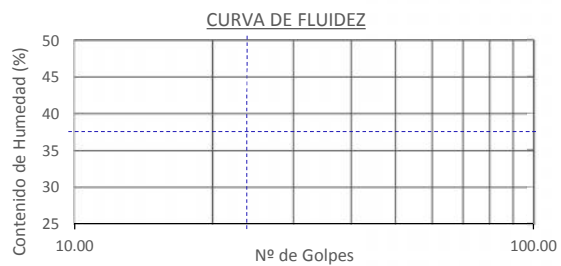
### 2.- LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGGER (ASTM - D4318)

#### A.- LÍMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara Nº
1. Nº de Golpes	<b>NO PRESENTA</b>
2. Peso de Tara, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
4. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
5. Peso del Agua, (gr)	
6. Peso del Suelo Seco, (gr)	
7. Contenido de Humedad, (%)	

#### B.- LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso de Tara, (gr)	<b>NO PRESENTA</b>
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
4. Peso del Agua, (gr)	
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	
6. Contenido de Humedad, (%)	



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

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso de Tara, (gr)	35.8
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	81.96
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	81.72
4. Peso del Agua, (gr)	0.24
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	45.92
6. Contenido de Humedad, (%)	0.52

Grava (No.4 < Diam < 1")	3.07%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	96.15%
Finos (Diam < No.200)	0.78%
Límite Líquido	-
Límite Plástico	NP
Índice de Plasticidad	NP
Clasificación SUCS	SP
Clasificación AASHTO	A-3





**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PV SECTOR 5B-5C ZONA 5 URB BUENOS AIRES

**FECHA** : ABRIL DEL 2016

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C - 11 **CLASF. (SUSCS)** : SP  
**MATERIAL** : M - 01 a 0.50 m **Clasf. (AASHTO)** : A-3

**METODO A**

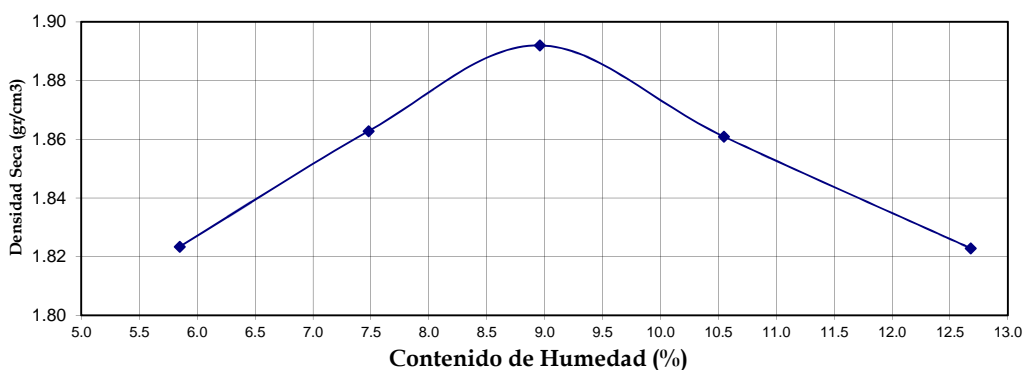
**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO ( MTC E 115-2000 - ASTN D- 1557)**

PUNTO No.		I	II	III	IV	V
MOLDE No.		1	1	1	1	1
1	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	944.000	944.000	944.000	944.000	944.000
2	Peso del molde (gr)	1763.000	1763.000	1763.000	1763.000	1763.000
3	Peso del molde + muestra húmeda (gr)	3585.000	3653.000	3709.000	3705.000	3702.000
4	Peso de la muestra húmeda (gr)	1822.000	1890.000	1946.000	1942.000	1939.000
5	Densidad húmeda de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.930	2.002	2.061	2.057	2.054

**CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA**

6	Peso de la tara (gr)	27.507	27.662	26.798	27.412	27.684
7	Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	85.358	93.469	82.630	91.187	101.620
8	Peso de la tara + suelo seco (gr)	82.161	88.889	78.040	85.102	96.055
9	Peso del agua (gr)	3.197	4.580	4.590	6.085	5.565
10	Peso del suelo seco (gr)	54.654	61.227	51.242	57.690	43.896
11	Contenido de humedad (%)	5.850	7.480	8.957	10.548	12.678
12	Densidad seca de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.823	1.863	1.892	1.861	1.823

**GRAFICO: DENSIDAD vs HUMEDAD**



<b>Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.89</b>
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	<b>8.96</b>





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. JUAN ANTONIO SANCHEZ LIZARRAGA  
 : Bach. JUNIO ESTEBAN YATACO MORILLO

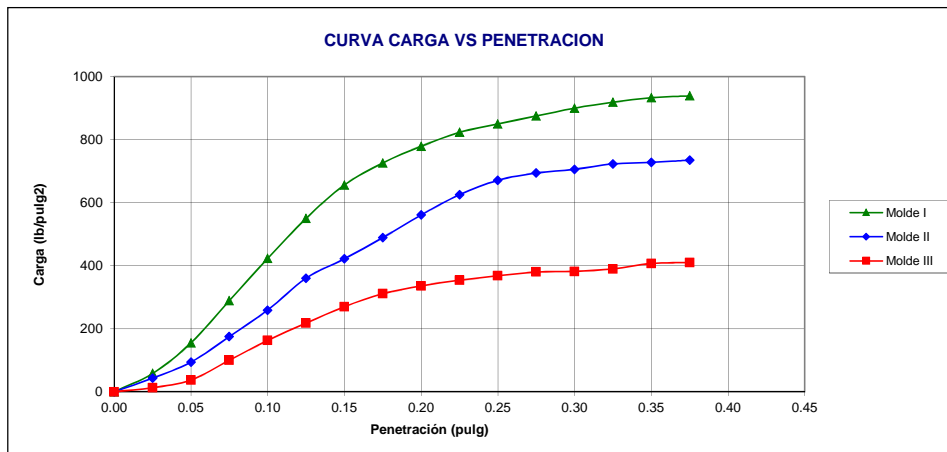
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PV SECTOR 5B-5C ZONA 5 URB BUENOS AIRES

**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2016

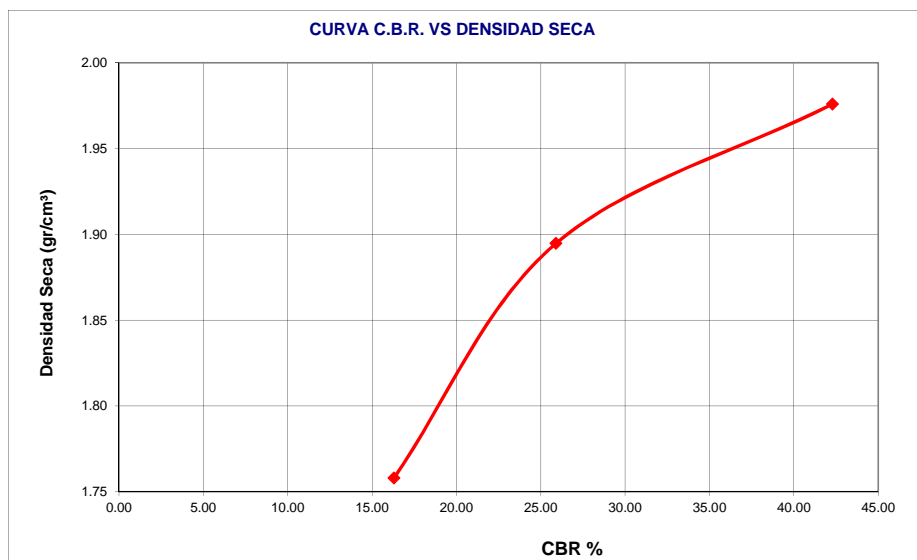
**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C - 11 **CLASF. (SUSCS)** : SP

**MATERIAL** : M - 01 a 0.50 m **Clasf. (AASHTO)** : A-3



Molde	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lb/pulg²)	Presión aplicada (lb/pulg²)		C.B.R. (%)	Expansión
I	0.1	423.0		1000	42.30	0.00
II	0.1	259.0		1000	25.90	0.00
III	0.1	163.0		1000	16.30	0.00



C.B.R. 100% MDS : 22.81%

CBR 95% MDS : 18.97%



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

E.A.P. INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

**TESIS** : PROPIEDADES INDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACION CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. JUAN ANTONIO SANCHEZ LIZARRAGA

: Bach. JUNIO ESTEBAN YATACO MORILLO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**LOCALIDAD** : A.H. LAS FLORES

**FECHA** : MARZO DEL 2016

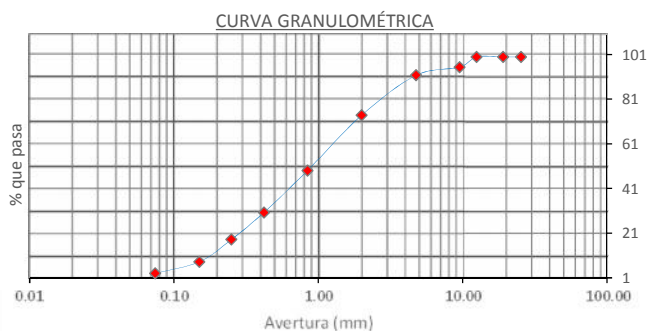
**CALICATA** : C - 12

**MUESTRA** : M - 01

**PROFUNDIDAD** : 0.60 m

## 1.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D 421)

Mallas	Abertura (mm)	Peso retenido (grs)	% que pasa
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.525	37.000	95.38
Nº 4	4.760	29.000	91.76
Nº 10	2.000	143.000	73.91
Nº 20	0.840	199.000	49.06
Nº 40	0.420	150.000	30.34
Nº 60	0.250	97.000	18.23
Nº 100	0.150	80.000	8.24
Nº 200	0.074	42.000	3.00
< Nº 200	-	24.000	-



$$= 0.11$$

$$= 0.17$$

$$= 0.23$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 2.1$$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = 1.15$$

**SUELO MAL GRADUADO**

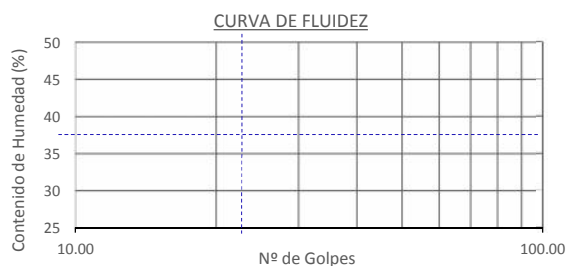
## 2.- LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

### A.- LÍMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara Nº
1. Nº de Golpes	<b>NO PRESENTA</b>
2. Peso de Tara, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
4. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
5. Peso del Agua, (gr)	
6. Peso del Suelo Seco, (gr)	
7. Contenido de Humedad, (%)	

### B.- LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso de Tara, (gr)	<b>NO PRESEN</b>
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
4. Peso del Agua, (gr)	
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	
6. Contenido de Humedad, (%)	



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

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso de Tara, (gr)	37.63
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	71.21
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	70.81
4. Peso del Agua, (gr)	0.40
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	33.18
6. Contenido de Humedad, (%)	1.21

Grava (No.4 < Diam < 1")	8.24%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	88.76%
Finos (Diam < No.200)	3.00%
Límite Líquido	-
Límite Plástico	N.P.
Índice Plasticidad	N.P.
Clasificación SUCS	SP - SM
Clasificación AASHTO	A-3



**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - AA.HH. LAS FLORES

**FECHA** : ABRIL DEL 2016

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C - 12 **CLASF. (SUSCS)** : SP - SM  
**MATERIAL** : M - 01 a 0.60 m. **Clasf. (AASHTO)** : A-3

**METODO A**

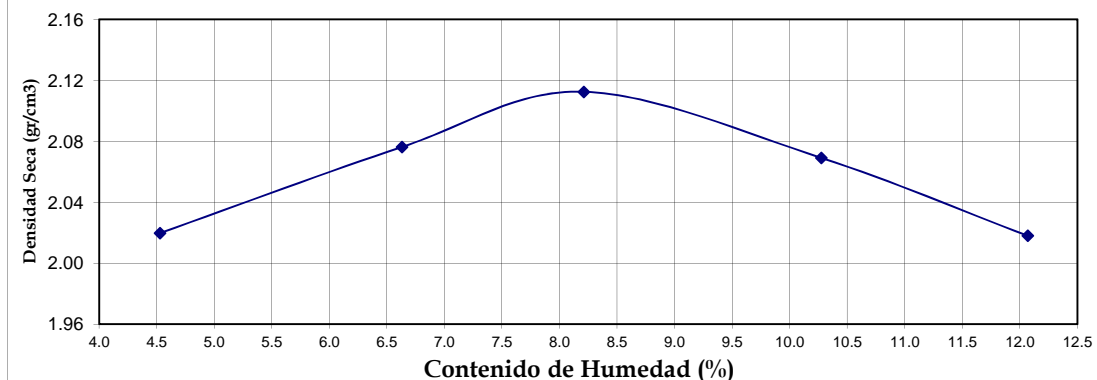
**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO ( MTC E 115-2000 - ASTN D- 1557)**

PUNTO No.		I	II	III	IV	V
MOLDE No.		1	1	1	1	1
1	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	944.000	944.000	944.000	944.000	944.000
2	Peso del molde (gr)	1763.000	1763.000	1763.000	1763.000	1763.000
3	Peso del molde + muestra húmeda (gr)	3756.000	3853.000	3921.000	3917.000	3898.000
4	Peso de la muestra húmeda (gr)	1993.000	2090.000	2158.000	2154.000	2135.000
5	Densidad húmeda de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	2.111	2.214	2.286	2.282	2.262

**CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA**

6	Peso de la tara (gr)	26.985	27.492	27.224	28.607	27.566
7	Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	67.854	66.380	65.438	98.630	101.692
8	Peso de la tara + suelo seco (gr)	66.084	63.962	62.538	92.105	93.709
9	Peso del agua (gr)	1.770	2.418	2.900	6.525	7.983
10	Peso del suelo seco (gr)	39.099	36.470	35.314	63.498	66.143
11	Contenido de humedad (%)	4.527	6.630	8.212	10.276	12.069
12	Densidad seca de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	2.020	2.076	2.113	2.069	2.018

**GRAFICO: DENSIDAD vs HUMEDAD**



<b>Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.113</b>
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	<b>8.21</b>





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

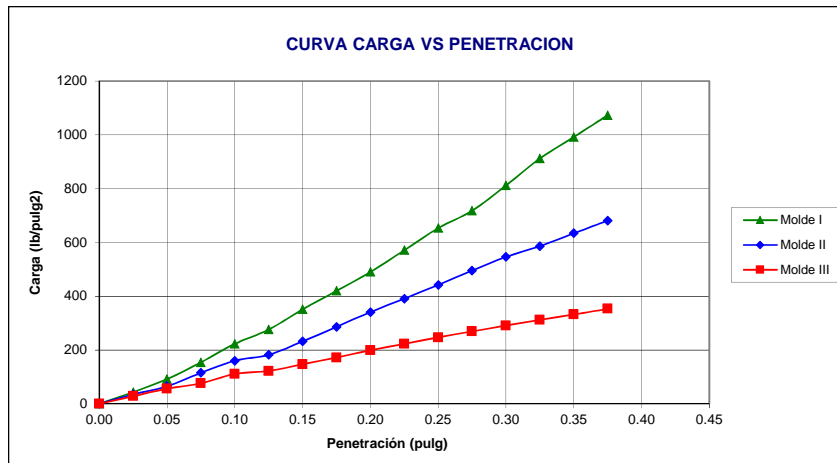
**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - AA.HH. LAS FLORES

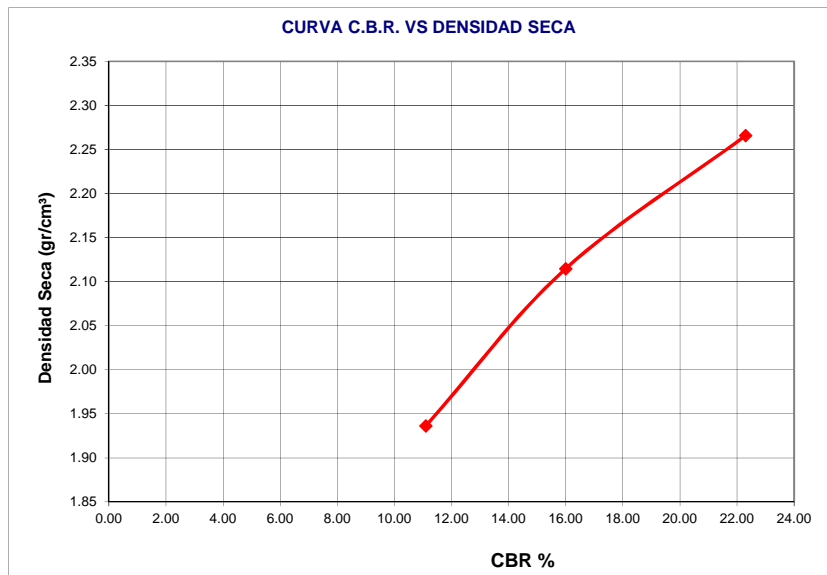
**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2016

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C - 12 **CLASF. (SUSCS)** : SP - SM  
**MATERIAL** : M - 01 a 0.60 m. **Clasf. (AASHTO)** : A-3



Molde	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lb/pulg²)	Presión aplicada (lb/pulg²)	C.B.R. (%)	Expansión
I	0.1	223.0	1000	22.30	0.00
II	0.1	160.0	1000	16.00	0.00
III	0.1	111.0	1000	11.10	0.00



C.B.R. 100% MDS : 15.72%

C.B.R. 95% MDS : 12.87%



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

E.A.P. INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. JUAN ANTONIO SANCHEZ LIZARRAGA

: Bach. JUNIO ESTEBAN YATACO MORILLO

**UBICACION** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**LOCALIDAD** : A.H. LAS CASUARINAS

**FECHA** : MARZO DEL 2016

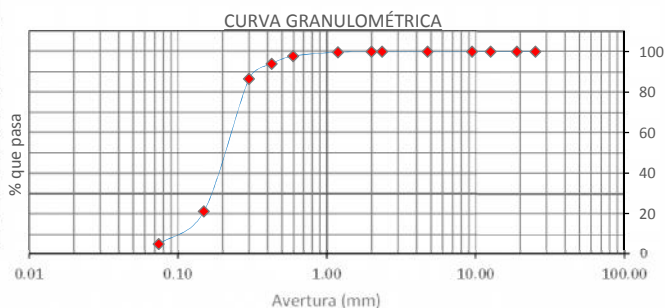
**CALICATA** : C - 13

**MUESTRA** : M - 01

**PROFUNDIDAD** : 0.50 m

## 1.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D 421)

Mallas	Abertura (mm)	Peso retenido (grs)	% que pasa
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.700	0.000	100.00
3/8"	9.525	0.000	100.00
Nº 4	4.760	0.000	100.00
Nº 8	2.360	0.000	100.00
Nº 10	2.000	0.080	99.99
Nº 16	1.190	1.500	99.71
Nº 30	0.595	10.243	97.83
Nº 40	0.425	21.143	93.94
Nº 50	0.300	39.986	86.59
Nº 100	0.149	356.100	21.11
Nº 200	0.074	87.850	4.96
< Nº 200	-	27.244	-



$$= 0.11$$

$$= 0.17$$

$$= 0.23$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 2.1$$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = 1.15$$

**SUELO MAL GRADUADO**

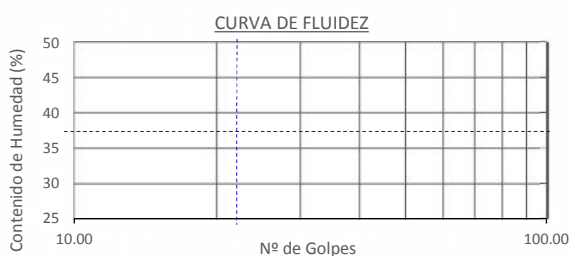
## 2.- LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

### A.- LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara Nº
1. Nº de Golpes	<b>NO PRESENTA</b>
2. Peso de Tara, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
4. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
5. Peso del Agua, (gr)	
6. Peso del Suelo Seco, (gr)	
7. Contenido de Humedad, (%)	

### B.- LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso de Tara, (gr)	<b>NO PRESEN</b>
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
4. Peso del Agua, (gr)	
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	
6. Contenido de Humedad, (%)	



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

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso de Tara, (gr)	42.01
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	84.84
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	84.77
4. Peso del Agua, (gr)	0.07
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	42.76
6. Contenido de Humedad, (%)	<b>0.16</b>

Grava (No.4 < Diam < 1")	0.00%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	95.04%
Finos (Diam < No.200)	4.96%
Límite Líquido	-
Límite Plástico	NP
Índice de Plasticidad	NP
Clasificación SUCS	SP - SM
Clasificación AASHTO	A-3





**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - URB. CASUARINAS

**FECHA** : ABRIL DEL 2016

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C - 13 **CLASF. (SUSCS)** : SP-SM  
**MATERIAL** : M - 01 a 0.50 m **Clasf. (AASHTO)** : A-3

**METODO A**

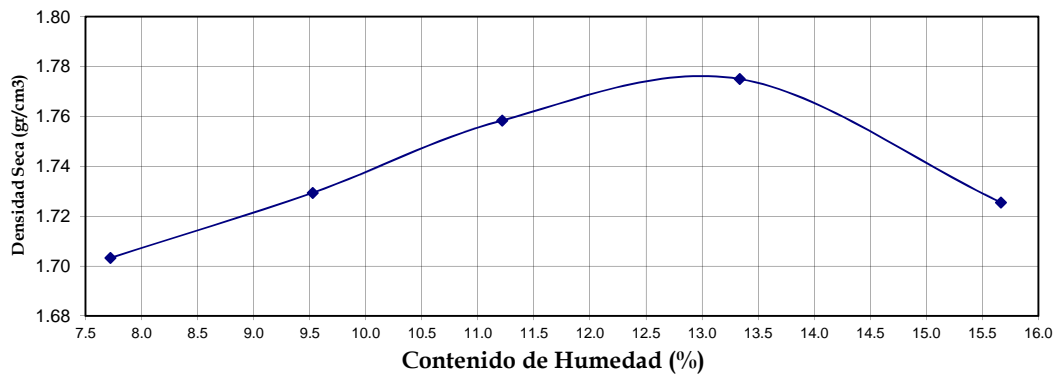
**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO ( MTC E 115-2000 - ASTN D- 1557)**

PUNTO No.		I	II	III	IV	V
MOLDE No.		1	1	1	1	1
1	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	944.000	944.000	944.000	944.000	944.000
2	Peso del molde (gr)	1763.000	1763.000	1763.000	1763.000	1763.000
3	Peso del molde + muestra húmeda (gr)	3495.000	3551.000	3609.000	3662.000	3647.000
4	Peso de la muestra húmeda (gr)	1732.000	1788.000	1846.000	1899.000	1884.000
5	Densidad húmeda de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.835	1.894	1.956	2.012	1.996

**CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA**

6	Peso de la tara (gr)	27.957	27.329	27.221	27.493	27.343
7	Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	83.763	95.397	104.082	91.582	101.154
8	Peso de la tara + suelo seco (gr)	79.763	89.477	96.331	84.041	94.277
9	Peso del agua (gr)	4.000	5.920	7.751	7.541	6.877
10	Peso del suelo seco (gr)	51.806	62.148	69.110	56.548	43.896
11	Contenido de humedad (%)	7.721	9.526	11.215	13.336	15.667
12	Densidad seca de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.703	1.729	1.758	1.775	1.725

**GRAFICO: DENSIDAD vs HUMEDAD**



<b>Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.777</b>
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	<b>13.00</b>





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

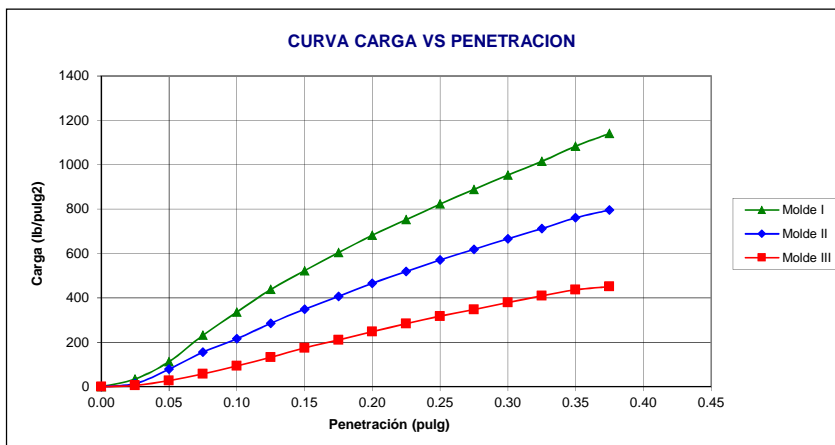
**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - URB. CASUARINAS

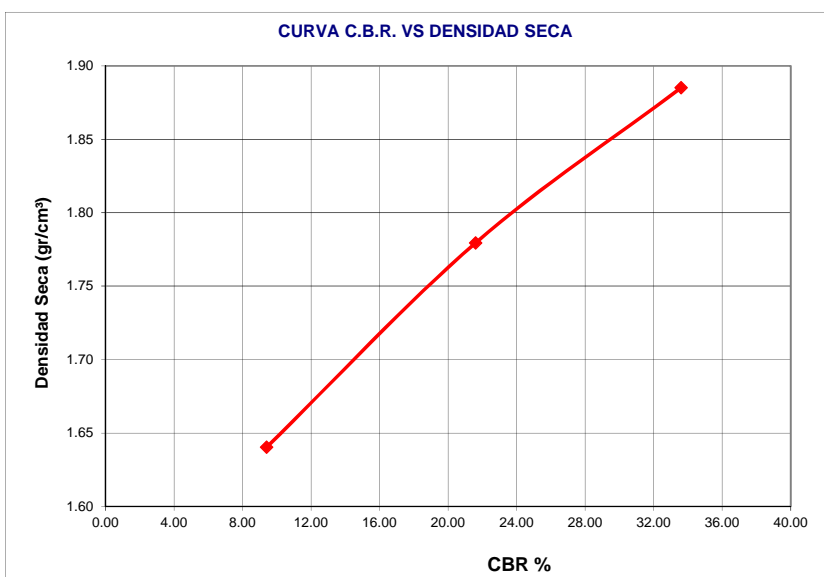
**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2016

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C - 13 **CLASF. (SUSCS)** : SP-SM  
**MATERIAL** : M - 01 a 0.50 m **Clasf. (AASHTO)** : A-3



Molde	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lb/pulg²)	Presión aplicada (lb/pulg²)	C.B.R. (%)	Expansión
I	0.1	336.0	1000	33.60	0.00
II	0.1	216.0	1000	21.60	0.00
III	0.1	94.0	1000	9.40	0.00



**C.B.R. 100% MDS :** **23.75%**

**CBR 95% MDS :** **14.82%**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**LOCALIDAD** : URB. GARATEA - AV. UNIVERSITARIA

**FECHA** : MARZO DEL 2016

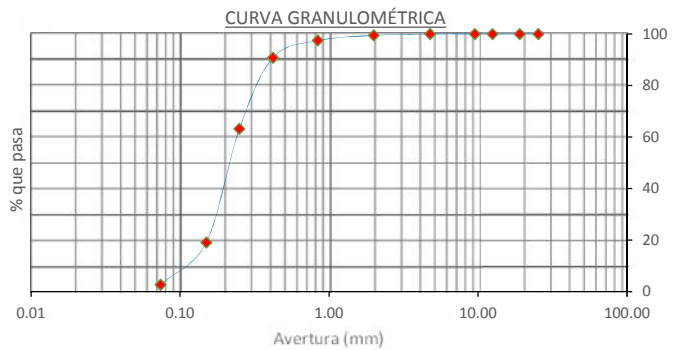
**CALICATA** : C - 14

**MUESTRA** : M - 01

**PROFUNDIDAD** : 0.50 m

**1.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D 421)**

Mallas	Abertura (mm)	Peso retenido (grs)	% que pasa
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.525	0.000	100.00
Nº 4	4.760	0.000	100.00
Nº 10	2.000	4.250	99.43
Nº 20	0.840	15.000	97.44
Nº 40	0.420	50.100	90.76
Nº 60	0.250	207.350	63.15
Nº 100	0.150	330.500	19.14
Nº 200	0.074	123.600	2.68
< Nº 200	-	20.100	-



$U = 0.12$   
 $U = 0.18$   
 $U = 0.27$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 2.25$$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = 1.00$$

**SUELO MAL GRADUADO**

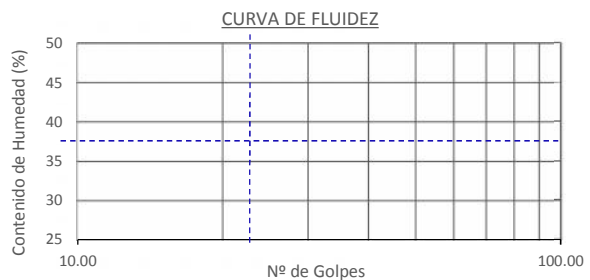
**2.- LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)**

**A.- LÍMITE LIQUIDO**

Procedimiento	Tara Nº
1. Nº de Golpes	<b>NO PRESENTA</b>
2. Peso de Tara, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
4. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
5. Peso del Agua, (gr)	
6. Peso del Suelo Seco, (gr)	
7. Contenido de Humedad, (%)	

**B.- LÍMITE PLÁSTICO**

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso de Tara, (gr)	<b>NO PRESENTA</b>
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
4. Peso del Agua, (gr)	
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	
6. Contenido de Humedad, (%)	



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

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso de Tara, (gr)	40.15
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	205.65
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	205.25
4. Peso del Agua, (gr)	0.40
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	165.10
6. Contenido de Humedad, (%)	<b>0.242</b>

Grava (No.4 < Diam < 1")	0.00%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	97.32%
Finos (Diam < No.200)	2.68%
Límite Líquido	-
Límite Plástico	N.P.
Índice Plasticidad	N.P.
Clasificación SUCS	SP
Clasificación AASHTO	A-2-4





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

<b>TESIS</b>	: PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE		
<b>TESISTAS</b>	: Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO		
<b>UBICACIÓN</b>	: DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - H.U. NICOLAS GARATEA (AV. Universitaria.)		
<b>FECHA</b>	: DICIEMBRE DEL 2016		
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
<b>CALICATA</b>	: C - 14	<b>CLASF. (SUSCS)</b>	: SP
<b>MATERIAL</b>	: M - 01 a 0.50 m	<b>Clasf. (AASHTO)</b>	: A-2-4 (0)

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

a) Ensayo preliminar de Proctor modificado

Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.716
Optimo Contenido de Humedad (%)	10.40

b) Compactación de los moldes CBR

Molde N°		I	II	III
N° de capas		5	5	5
N° de golpes por capa		56	26	12
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	12857.00	12704.00	12548.00
2	Peso del molde [gr]	6777.00	6697.00	6766.00
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	6080.00	6007.00
4	Volumen de molde [cm <sup>3</sup> ]	3172.00	3169.00	3176.00
5	Densidad húmeda [gr/cm <sup>3</sup> ]	(3)/(4)	1.917	1.896

CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

Tara N°		1	2	3
6	Peso de la tara, [gr]	30.652	37.358	35.211
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	123.950	141.902	136.612
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	115.150	132.053	127.062
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	8.800	9.550
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	84.498	91.851
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	10.414	10.397
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm <sup>3</sup> ]	5/(1+(11)/100)	1.736	1.717

c) Prueba de penetración

Area del anillo = 3 pulg<sup>2</sup>

Presión (libras/pulg<sup>2</sup>) = (L)/3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg <sup>2</sup> )	Molde N° I		Molde N° II		Molde N° III	
		Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión
0.000		128.1	43	107.9	36	89.9	30
0.025		222.6	74	175.4	58	132.6	44
0.050		355.2	118	267.5	89	182.1	61
0.075		512.6	171	370.9	124	233.8	78
0.100	1000	658.7	220	467.6	156	281.0	94
0.125		793.6	265	557.5	186	326.0	109
0.150		910.5	303	634.0	211	364.2	121
0.175		1009.4	336	701.4	234	400.2	133
0.200	1500	1097.1	366	764.4	255	438.4	146
0.225		1166.8	389	816.1	272	474.3	158
0.250		1216.2	405	861.0	287	514.8	172
0.275							
0.300	1900						
0.325							
0.350							
0.375							



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

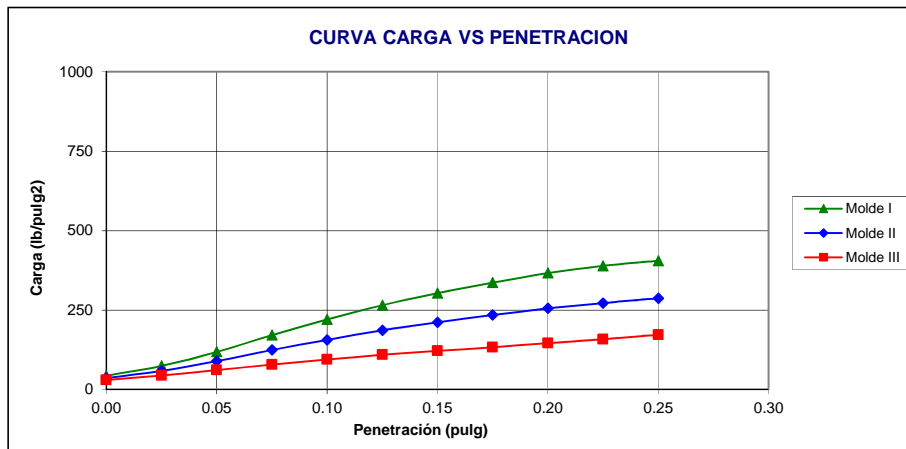
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - H.U. NICOLAS GARATEA (AV. Universitaria.)

**FECHA** : DICIEMBRE DEL 2016

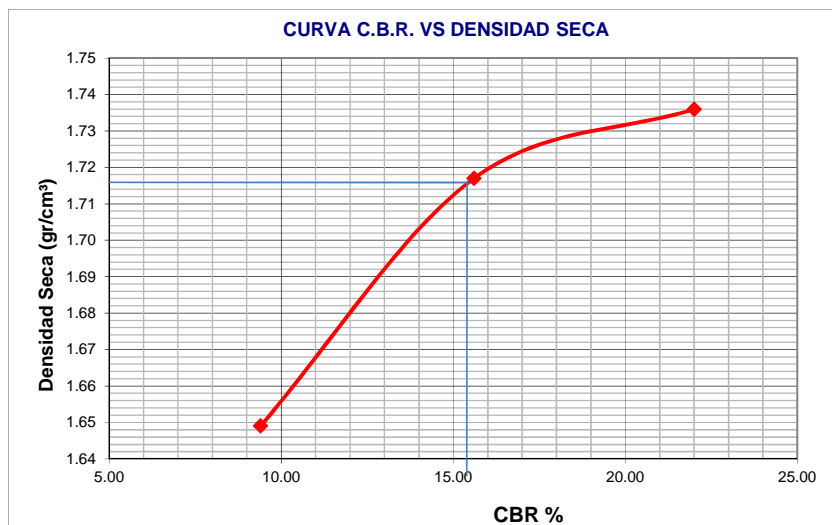
**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C - 14 **CLASF. (SUSCS)** : SP  
**MATERIAL** : M - 01 a 0.50 m **Clasf. (AASHTO)** : A-2-4 (0)

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



Molde	Penetración	Presión aplicada (lb/pulg²)	Presión aplicada (lb/pulg²)	C.B.R. (%)	Expansión
I	0.1	220.0	1000	22.00	0.00
II	0.1	156.0	1000	15.60	0.00
III	0.1	94.0	1000	9.40	0.00



C.B.R. 100% MDS : 15.40%

C.B.R. 95% MDS : 8.05%



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

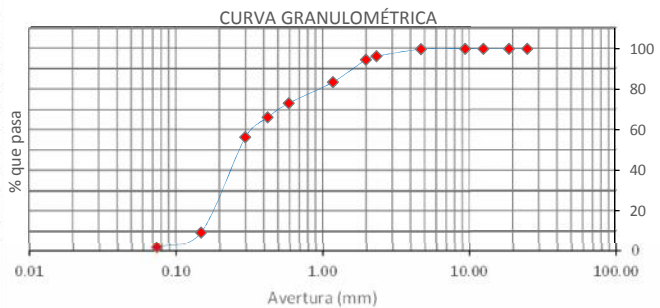
E.A.P. INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

<b>TESIS</b>	: PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE		
<b>TESISTAS</b>	: Bach. JUAN ANTONIO SANCHEZ LIZARRAGA : Bach. JUNIO ESTEBAN YATACO MORILLO		
<b>UBICACION</b>	: DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE	<b>LOCALIDAD</b> : NICOLAS GARATEA	
<b>FECHA</b>	: MARZO DEL 2016		
<b>CALICATA</b>	: C - 15		
<b>MUESTRA</b>	: M - 01	<b>PROFUNDIDAD</b> : 0.00 - 0.50 m	

## 1.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D 421)

Mallas	Abertura (mm)	Peso retenido (grs)	% que pasa
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.700	0.000	100.00
3/8"	9.525	0.000	100.00
Nº 4	4.760	1.448	99.74
Nº 8	2.360	19.279	96.30
Nº 10	2.000	9.501	94.60
Nº 16	1.190	61.785	83.56
Nº 30	0.595	58.189	73.16
Nº 40	0.425	39.589	66.08
Nº 50	0.300	54.325	56.38
Nº 100	0.149	263.200	9.34
Nº 200	0.074	42.967	1.66
< Nº 200	-	9.271	-



= 0.16  
= 0.21  
= 0.33

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 2.07$$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = 0.84$$

**SUELO MAL GRADUADO**

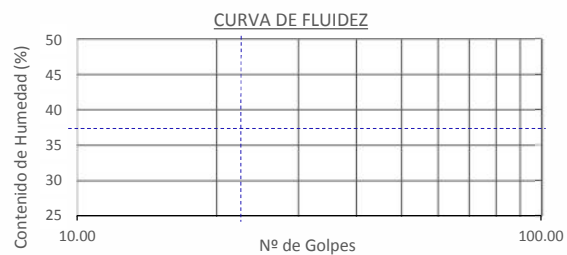
## 2.- LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

### A.- LÍMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara Nº
1. Nº de Golpes	<b>NO PRESENTA</b>
2. Peso de Tara, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
4. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
5. Peso del Agua, (gr)	
6. Peso del Suelo Seco, (gr)	
7. Contenido de Humedad, (%)	

### B.- LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso de Tara, (gr)	<b>NO PRESEN</b>
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
4. Peso del Agua, (gr)	
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	
6. Contenido de Humedad, (%)	



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

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso de Tara, (gr)	42.01
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	92.19
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	92.14
4. Peso del Agua, (gr)	0.05
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	50.13
6. Contenido de Humedad, (%)	<b>0.10</b>

Grava (No.4 < Diam < 1")	0.26%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	98.08%
Finos (Diam < No.200)	1.66%
Límite Líquido	-
Límite Plástico	NP
Índice de Plasticidad	NP
Clasificación SUCS	SP
Clasificación AASHTO	A-3





**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - URB. GARATEA

**FECHA** : ABRIL DEL 2016

**DATOS DE LA MUESTRA**

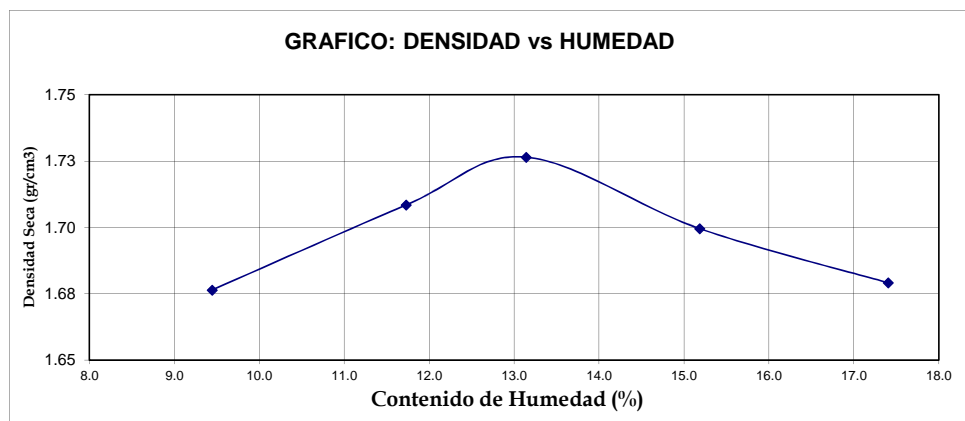
**CALICATA** : C - 15 **CLASF. (SUSCS)** : SP  
**MATERIAL** : M - 01 a 0.50 m **Clasf. (AASHTO)** : A-3

**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO ( MTC E 115-2000 - ASTN D- 1557)**

PUNTO No.		I	II	III	IV	V
MOLDE No.		1	1	1	1	1
1	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	944.000	944.000	944.000	944.000	944.000
2	Peso del molde (gr)	1763.000	1763.000	1763.000	1763.000	1763.000
3	Peso del molde + muestra húmeda (gr)	3495.000	3565.000	3607.000	3611.000	3624.000
4	Peso de la muestra húmeda (gr)	1732.000	1802.000	1844.000	1848.000	1861.000
5	Densidad húmeda de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.835	1.909	1.953	1.958	1.971

**CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA**

6	Peso de la tara (gr)	27.492	27.320	28.246	27.590	27.376
7	Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	182.669	178.752	165.512	184.948	189.060
8	Peso de la tara + suelo seco (gr)	178.524	173.486	159.481	177.828	180.724
9	Peso del agua (gr)	4.145	5.266	6.031	7.120	8.336
10	Peso del suelo seco (gr)	43.896	44.896	45.896	46.896	47.896
11	Contenido de humedad (%)	9.443	11.729	13.141	15.183	17.404
12	Densidad seca de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.676	1.709	1.727	1.700	1.679



<b>Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.727</b>
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	<b>13.130</b>





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
E.A.P. INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

TESIS : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

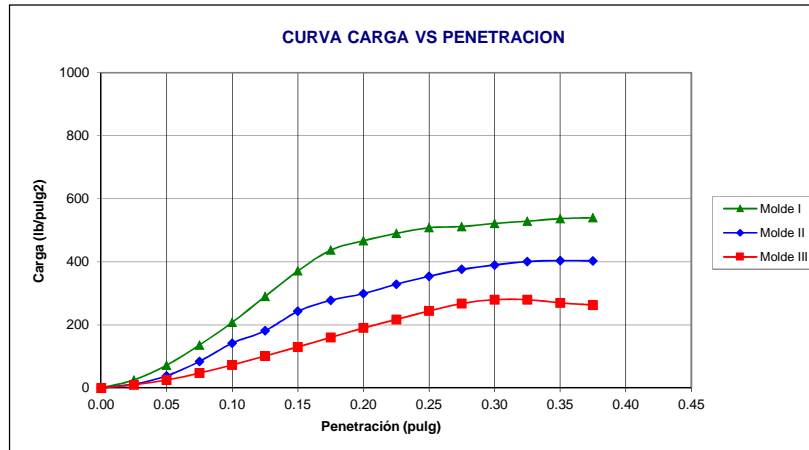
TESISTAS : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
: Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

UBICACIÓN : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - URB. GARATEA

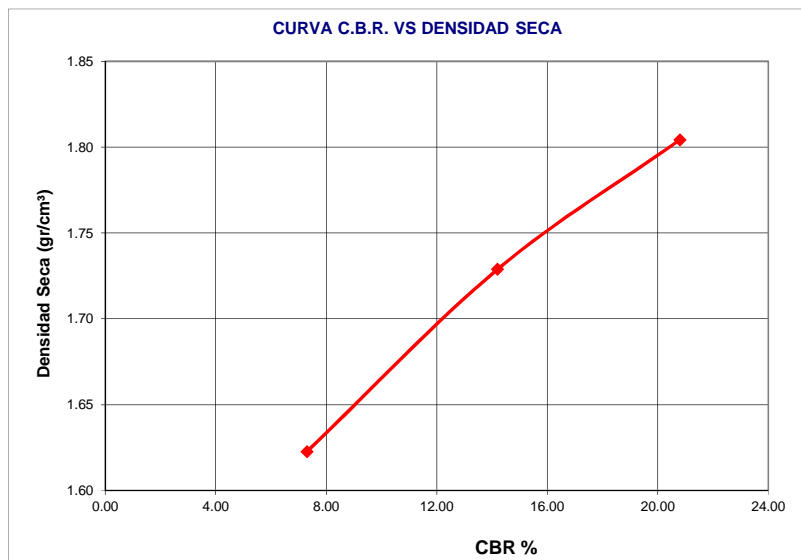
FECHA : ENERO DEL 2017

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C - 15 CLASF. (SUSCS) : SP  
Clasf. (AASHTO) : A-3



Molde	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lb/pulg²)	Presión aplicada (lb/pulg²)	C.B.R. (%)	Expansión
I	0.1	208.0	1000	20.80	0.00
II	0.1	142.0	1000	14.20	0.00
III	0.1	73.0	1000	7.30	0.00



C.B.R. 100% MDS : 14.09%

CBR 95% MDS : 8.83%



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

E.A.P. INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
: Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**LOCALIDAD** : UPIS VILLA SAN LUIS PARCELA 8 - 9

**FECHA** : MAZO DEL 2016

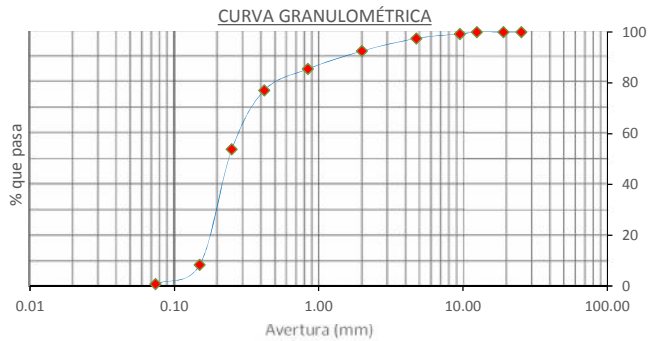
**CALICATA** : C - 16

**MUESTRA** : M - 01

**PROFUNDIDAD** : 0.60 a 1.00 m

### 1.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D 421)

Mallas	Abertura (mm)	Peso retenido (grs)	% que pasa
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.525	9.000	99.27
Nº 4	4.760	22.000	97.47
Nº 10	2.000	60.300	92.55
Nº 20	0.840	87.200	85.43
Nº 40	0.420	102.300	77.08
Nº 60	0.250	285.300	53.79
Nº 100	0.150	556.700	8.34
Nº 200	0.074	92.500	0.79
< Nº 200	-	9.700	-



$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 1.69$

$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = 0.84$

**SUELO MAL GRADUADO**

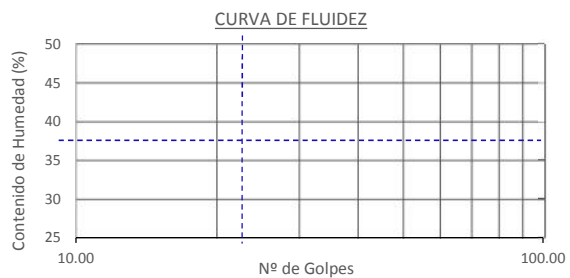
### 2.- LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

#### A.- LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara Nº
1. Nº de Golpes	<b>NO PRESENTA</b>
2. Peso de Tara, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
4. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
5. Peso del Agua, (gr)	
6. Peso del Suelo Seco, (gr)	
7. Contenido de Humedad (%)	

#### B.- LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso de Tara, (gr)	<b>NO PRESENTA</b>
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
4. Peso del Agua, (gr)	
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	
6. Contenido de Humedad (%)	



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

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso de Tara, (gr)	37.465
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	184.24
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	182.16
4. Peso del Agua, (gr)	2.08
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	144.70
6. Contenido de Humedad (%)	<b>1.437</b>

Grava (No.4 < Diam < 1")	2.63%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	96.68%
Finos (Diam < No.200)	0.79%
Límite Líquido	-
Límite Plástico	N.P.
Índice Plasticidad	N.P.
Clasificación SUCS	SP
Clasificación AASHTO	A-3





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - UPIS VILLA SAN LUIS PARCELA 8 - 9

**FECHA** : ENERO DEL 2017

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C - 16 **CLASF. (SUSCS)** : SP  
**MATERIAL** : M - 01 de 0.60 a 1.00 m **Clasf. (AASHTO)** : A-3

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

a) Ensayo preliminar de Proctor modificado

Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.809
Optimo Contenido de Humedad (%)	11.05

b) Compactación de los moldes CBR

Molde N°		I	II	III
N° de capas		5	5	5
N° de golpes por capa		56	26	12
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	13524.00	13137.00	12758.00
2	Peso del molde [gr]	6777.00	6697.00	6766.00
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	6747.00	6440.00
4	Volumen de molde [cm <sup>3</sup> ]		3172.00	3169.00
5	Densidad húmeda [gr/cm <sup>3</sup> ]	(3)/(4)	2.127	2.032

CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

Tara N°		1	2	3
6	Peso de la tara, [gr]	29.832	28.293	27.632
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	125.124	143.210	136.612
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	117.546	133.873	127.904
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	7.578	9.337
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	87.714	105.580
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	8.639	8.844
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm <sup>3</sup> ]	5/(1+(11)/100)	1.958	1.867

c) Prueba de penetración

Area del anillo = 3 pulg<sup>2</sup>

Presión (libras/pulg<sup>2</sup>) = (L)/3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg <sup>2</sup> )	Molde N° I		Molde N° II		Molde N° III	
		Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		78.7	26	69.7	23	40.5	13
0.050		224.8	75	150.6	50	87.7	29
0.075		436.1	145	287.8	96	173.1	58
0.100	1000	708.1	236	478.8	160	283.3	94
0.125		870.0	290	571.0	190	341.7	114
0.150		1049.9	350	692.4	231	393.4	131
0.175		1209.5	403	825.0	275	478.8	160
0.200	1500	1418.5	473	980.2	327	582.3	194
0.225		1661.3	554	1119.5	373	687.9	229
0.250		1906.4	635	1267.9	423	793.6	265
0.275		2102.0	701	1427.5	476	941.9	314
0.300	1900	2385.2	795	1609.6	537	1117.3	372
0.325		2598.8	866	1794.0	598	1285.9	429
0.350							
0.375							



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

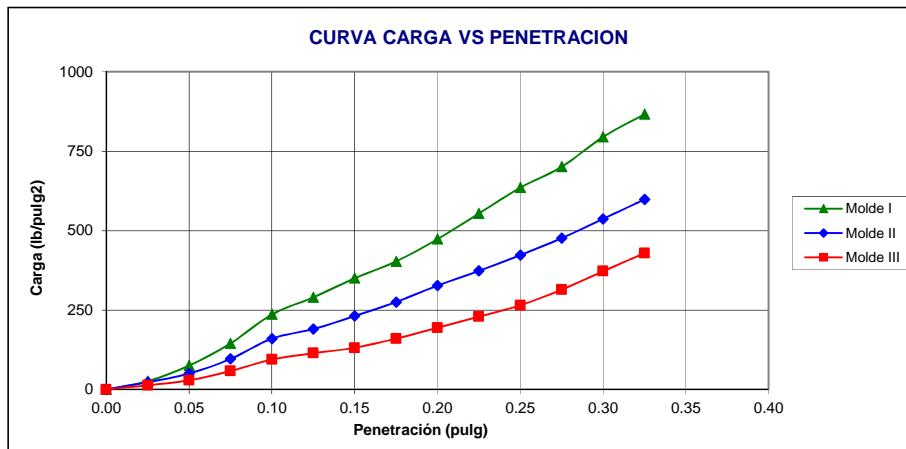
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - UPIS VILLA SAN LUIS PARCELA 8 - 9

**FECHA** : ENERO DEL 2017

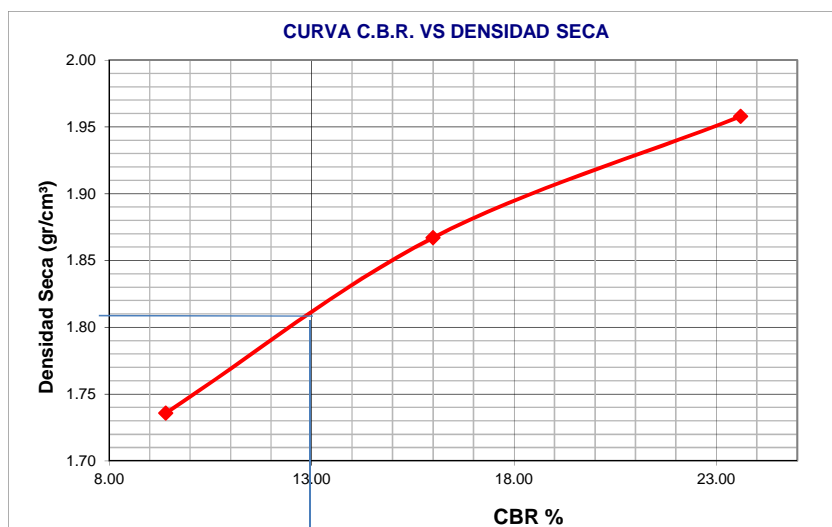
**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C - 16 **CLASF. (SUSCS)** : SP  
**MATERIAL** : M - 01 de 0.60 a 1.00 m **Clasf. (AASHTO)** : A-3

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



Molde	Penetración	Presión aplicada (lb/pulg²)	Presión aplicada (lb/pulg²)	C.B.R. (%)	Expansión
I	0.1	236.0	1000	23.60	0.00
II	0.1	160.0	1000	16.00	0.00
III	0.1	94.0	1000	9.40	0.00



C.B.R. 100% MDS : **13.00%**

C.B.R. 95% MDS : **8.81%**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

E.A.P. INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

**TESIS** : PROPIEDADES INDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACION CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. JUAN ANTONIO SANCHEZ LIZARRAGA

: Bach. JUNIO ESTEBAN YATACO MORILLO

**UBICACION** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**LOCALIDAD** : A.H. LAS QUINTANAS

**FECHA** : MARZO DEL 2016

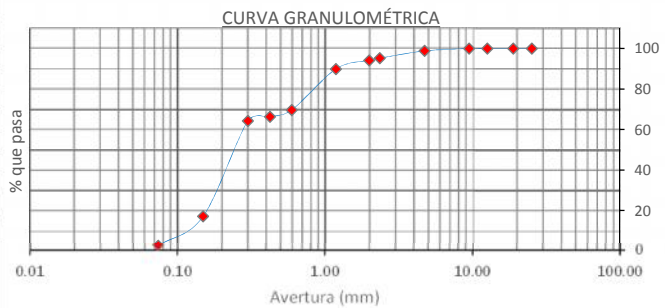
**CALICATA** : C - 17

**MUESTRA** : M - 01

**PROFUNDIDAD** : 0.65 m

## 1.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D 421)

Mallas	Abertura (mm)	Peso retenido (grs)	% que pasa
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.700	0.000	100.00
3/8"	9.525	0.000	100.00
Nº 4	4.760	5.998	98.81
Nº 8	2.360	17.915	95.26
Nº 10	2.000	5.379	94.19
Nº 16	1.190	21.499	89.92
Nº 30	0.595	102.176	69.66
Nº 40	0.425	16.587	66.37
Nº 50	0.300	10.898	64.20
Nº 100	0.149	237.200	17.15
Nº 200	0.074	72.711	2.73
< Nº 200	-	13.749	-



$$= 0.13$$

$$= 0.19$$

$$= 0.28$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 2.16$$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = 1.00$$

**SUELO MAL GRADUADO**

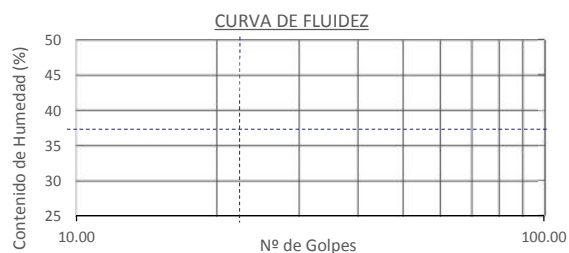
## 2.- LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

### A.- LÍMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara Nº
1. Nº de Golpes	<b>NO PRESENTA</b>
2. Peso de Tara, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
4. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
5. Peso del Agua, (gr)	
6. Peso del Suelo Seco, (gr)	
7. Contenido de Humedad, (%)	

### B.- LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso de Tara, (gr)	<b>NO PRESENTE</b>
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
4. Peso del Agua, (gr)	
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	
6. Contenido de Humedad, (%)	



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

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso de Tara, (gr)	38.22
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	82.48
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	82.31
4. Peso del Agua, (gr)	0.17
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	44.09
6. Contenido de Humedad, (%)	0.39

Grava (No.4 < Diam < 1")	1.19%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	96.08%
Finos (Diam < No.200)	2.73%
Límite Líquido	-
Límite Plástico	NP
Índice de Plasticidad	NP
Clasificación SUCS	SP
Clasificación AASHTO	A-3





**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach.YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - AA.HH. LAS QUINTANAS

**FECHA** : MAYO DEL 2016

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C - 17 **CLASF. (SUSCS)** : SP  
**MATERIAL** : M - 01 A 0.65 M **Clasf. (AASHTO)** : A-3

**METODO A**

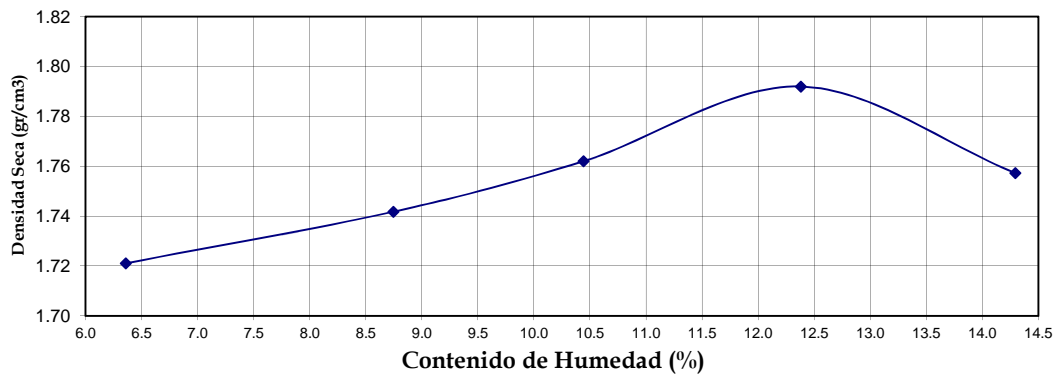
**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO ( MTC E 115-2000 - ASTN D- 1557)**

PUNTO No.		I	II	III	IV	V
MOLDE No.		1	1	1	1	1
1	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	944.000	944.000	944.000	944.000	944.000
2	Peso del molde (gr)	1763.000	1763.000	1763.000	1763.000	1763.000
3	Peso del molde + muestra húmeda (gr)	3491.000	3551.000	3600.000	3664.000	3659.000
4	Peso de la muestra húmeda (gr)	1728.000	1788.000	1837.000	1901.000	1896.000
5	Densidad húmeda de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.831	1.894	1.946	2.014	2.008

**CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA**

6	Peso de la tara (gr)	27.693	27.586	27.689	27.700	27.368
7	Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	95.822	93.987	99.134	91.429	109.801
8	Peso de la tara + suelo seco (gr)	91.749	88.647	92.379	85.995	99.491
9	Peso del agua (gr)	4.073	5.340	6.755	5.434	10.310
10	Peso del suelo seco (gr)	64.056	61.061	64.690	43.896	72.123
11	Contenido de humedad (%)	6.358	8.745	10.442	12.379	14.295
12	Densidad seca de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.721	1.742	1.762	1.792	1.757

**GRAFICO: DENSIDAD vs HUMEDAD**



<b>Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.79</b>
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	<b>12.38</b>





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

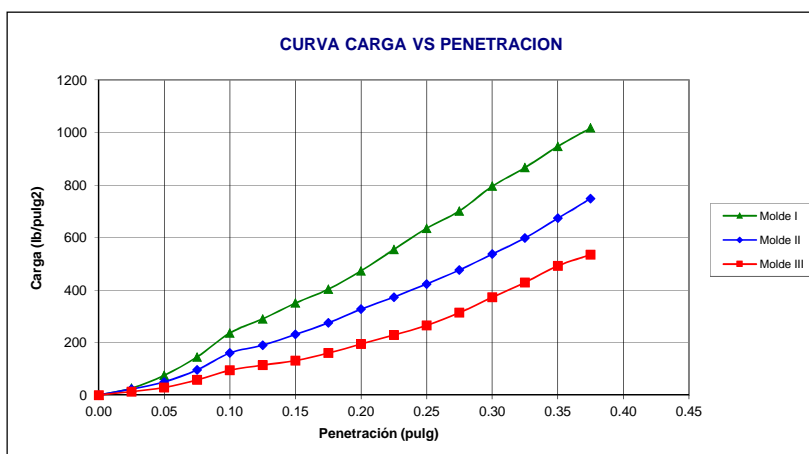
**TESISTAS** : Bach. JUAN ANTONIO SANCHEZ LIZARRAGA  
 : Bach. JUNIOR ESTEBAN YATACO MORILLO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - AA.HH. LAS QUINTANAS

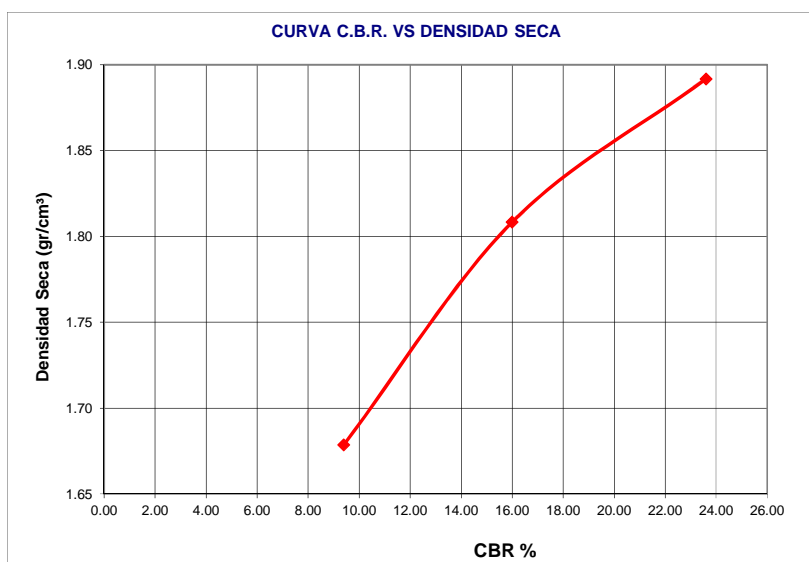
**FECHA** : ENERO DEL 2017

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C - 17 **CLASF. (SUSCS)** : SP  
**MATERIAL** : M - 01 A 0.65 M **Clasf. (AASHTO)** : A-3



Molde	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lb/pulg²)	Presión aplicada (lb/pulg²)	C.B.R. (%)	Expansión
I	0.1	236.0	1000	23.60	0.00
II	0.1	160.0	1000	16.00	0.00
III	0.1	94.0	1000	9.40	0.00



**C.B.R. 100% MDS :** **15.64%**

**CBR 95% MDS :** **10.49%**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

E.A.P. INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
: Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**LOCALIDAD** : COSTADO DE 2da ETAPA UNS

**FECHA** : MARZO DEL 2016

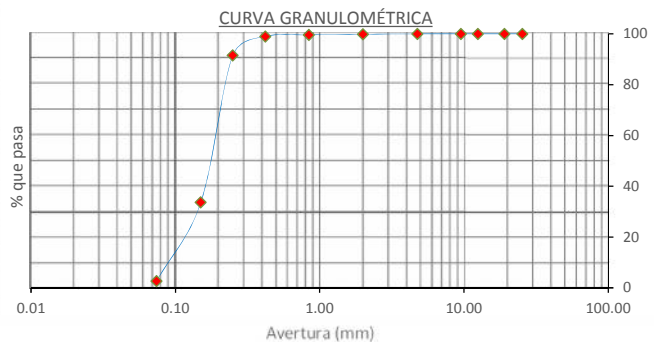
**CALICATA** : C - 18

**MUESTRA** : M - 01

**PROFUNDIDAD** : 0.50 m

## 1.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D 421)

Mallas	Abertura (mm)	Peso retenido (grs)	% que pasa
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.050	0.000	100.00
1/2"	12.500	0.000	100.00
3/8"	9.525	0.000	100.00
Nº 4	4.760	0.000	100.00
Nº 10	2.000	0.800	99.83
Nº 20	0.840	1.200	99.58
Nº 40	0.420	2.800	99.00
Nº 60	0.250	36.200	91.47
Nº 100	0.150	278.200	33.61
Nº 200	0.074	148.800	2.66
< Nº 200	-	12.800	-



$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 2.09$$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = 1.49$$

$$C_u = 0.09$$

$$C_c = 0.16$$

$$C_u = 0.19$$

**SUELO MAL GRADUADO**

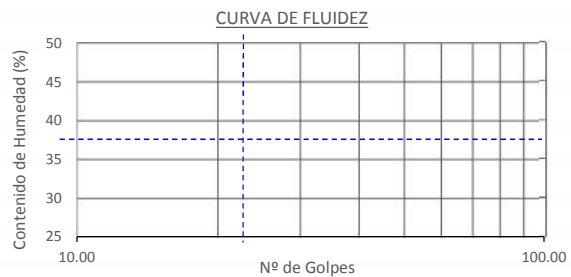
## 2.- LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERBERG (ASTM - D4318)

### A.- LÍMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara Nº
1. Nº de Golpes	<b>NO PRESENTA</b>
2. Peso de Tara, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
4. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
5. Peso del Agua, (gr)	
6. Peso del Suelo Seco, (gr)	
7. Contenido de Humedad (%)	

### B.- LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso de Tara, (gr)	<b>NO PRESENTA</b>
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
4. Peso del Agua, (gr)	
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	
6. Contenido de Humedad (%)	



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

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso de Tara, (gr)	21.90
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	64.40
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	62.65
4. Peso del Agua, (gr)	1.75
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	40.75
6. Contenido de Humedad (%)	<b>4.294</b>

Grava (No.4 < Diam < 1")	0.00%
Arena (No.200 < Diam < No.4)	97.34%
Finos (Diam < No.200)	2.66%
Límite Líquido	-
Límite Plástico	N.P.
Índice Plasticidad	N.P.
Clasificación SUCS	SP
Clasificación AASHTO	A-3







**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

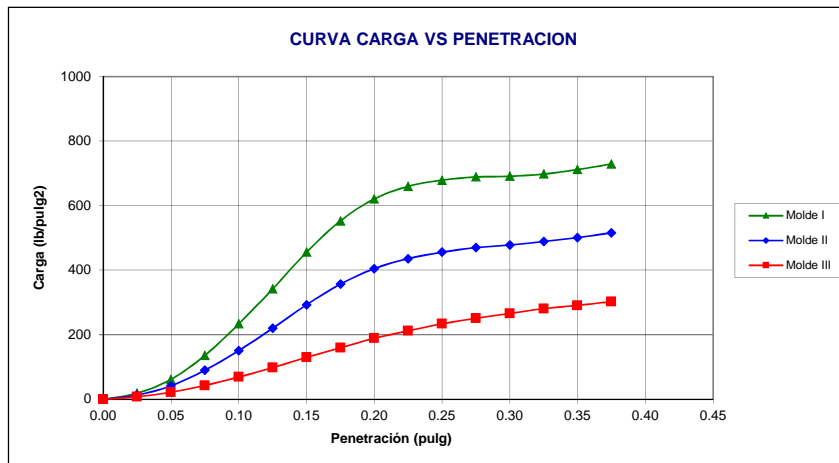
**TESISTAS** : Bach. JUAN ANTONIO SANCHEZ LIZARRAGA  
 : Bach. JUNIO ESTEBAN YATACO MORILLO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - COSTADO 2° ETAPA UNS.

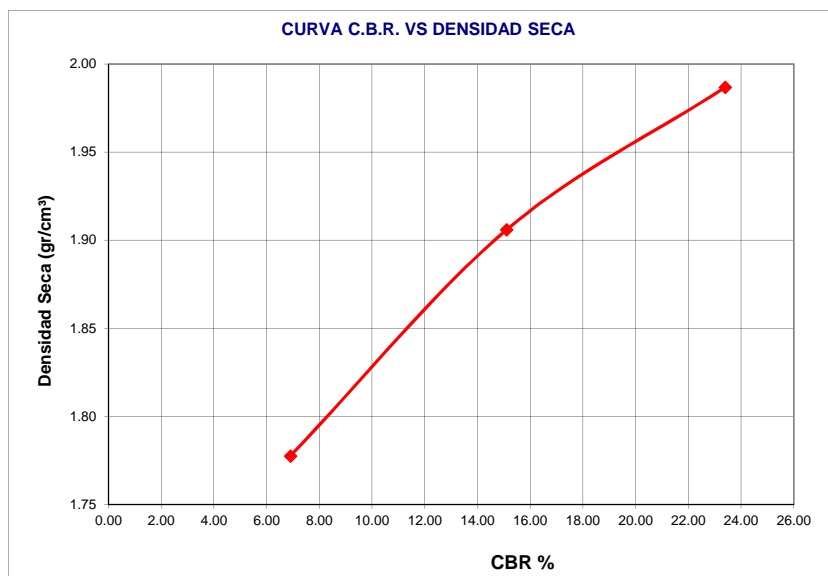
**FECHA** : ENERO DEL 2017

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C - 18 **CLASF. (SUSCS)** : SP  
**MATERIAL** : M - 01 de 0.50 m **Clasf. (AASHTO)** : A-3



Molde	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lb/pulg²)	Presión aplicada (lb/pulg²)	C.B.R. (%)	Expansión
I	0.1	234.0	1000	23.40	0.00
II	0.1	151.0	1000	15.10	0.00
III	0.1	69.0	1000	6.90	0.00



C.B.R. 100% MDS : **14.67%**

C.B.R. 95% MDS : **8.34%**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

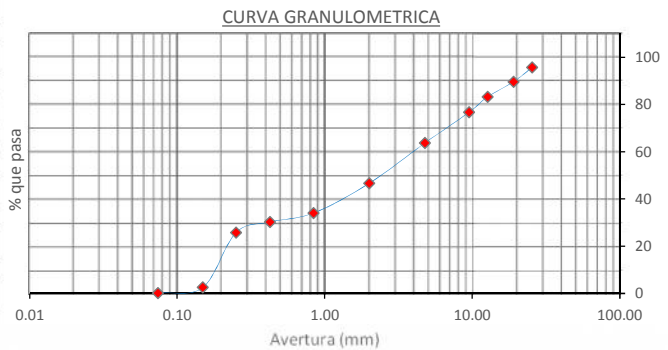
E.A.P. INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES

<b>TESIS</b>	: PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE		
<b>TESISTAS</b>	: Bach. JUAN ANTONIO SANCHEZ LIZARRAGA : Bach. JUNIO ESTEBAN YATACO MORILLO		
<b>UBICACIÓN</b>	: DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE	<b>LOCALIDAD</b> : P.J. VILLA MARÍA	
<b>FECHA</b>	: MARZODEL 2016		
<b>CALICATA</b>	: C - 20		
<b>MUESTRA</b>	: M - 01	<b>PROFUNDIDAD</b> : 0.00 - 0.70m	

## 1.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D 421)

Mallas	Abertura (mm)	Peso retenido (grs)	% que pasa
1"	25.400	44.903	95.75
3/4"	19.050	64.227	89.67
1/2"	12.700	67.446	83.28
3/8"	9.525	68.586	76.79
Nº 4	4.760	138.327	63.70
Nº 10	2.000	180.033	46.65
Nº 20	0.840	132.883	34.07
Nº 40	0.425	40.245	30.26
Nº 60	0.250	47.364	25.78
Nº 100	0.149	245.400	2.55
Nº 200	0.074	24.648	0.21
< Nº 200	-	2.270	-



$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{0.41}{0.19} = 2.16$$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = \frac{(0.25)^2}{0.19 \times 0.41} = 0.78$$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = 0.23$$

**SUELO MAL GRADUADO**

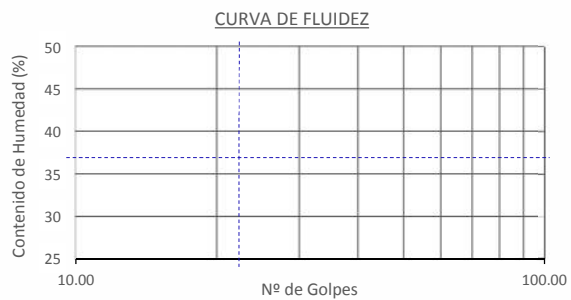
## 2.- LÍMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

### A.- LÍMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara Nº
1. Nº de Golpes	<b>NO PRESENTA</b>
2. Peso de Tara, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
4. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
5. Peso del Agua, (gr)	
6. Peso del Suelo Seco, (gr)	
7. Contenido de Humedad, (%)	

### B.- LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso de Tara, (gr)	<b>NO PRESENTA</b>
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	
4. Peso del Agua, (gr)	
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	
6. Contenido de Humedad, (%)	



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

Procedimiento	Tara Nº
1. Peso de Tara, (gr)	39.97
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo, (gr)	92.61
3. Peso de Tara + Suelo Seco, (gr)	89.77
4. Peso del Agua, (gr)	2.84
5. Peso del Suelo Seco, (gr)	49.8
6. Contenido de Humedad, (%)	5.71

Grava (No.4 < Diam < 1")	36.30%
Árena (No.200 < Diam < No.4)	63.48%
Finos (Diam < No.200)	0.21%
Límite Líquido	-
Límite Plástico	NP
Índice de Plasticidad	NP

Clasificación SUCS	SP
Clasificación AASHTO	A-1-(b)





**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - AA.HH. VILLA MARIA

**FECHA** : MAYO DEL 2016

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C - 20 **CLASF. (SUSCS)** : SP  
**MATERIAL** : M - 01 a 0.70 m **Clasf. (AASHTO)** : A-1-b

**METODO A**

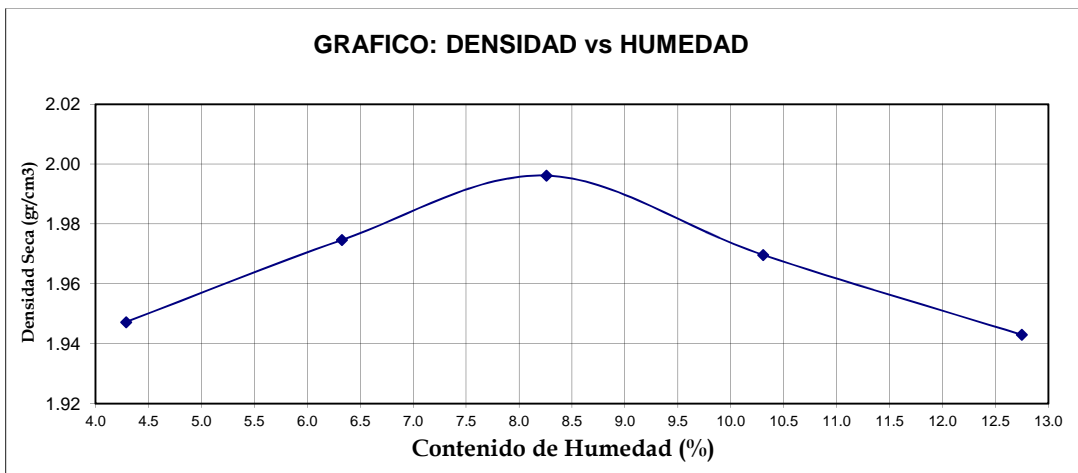
**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO ( MTC E 115-2000 - ASTN D- 1557)**

PUNTO No.		I	II	III	IV	V
MOLDE No.		1	1	1	1	1
1	Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	944.000	944.000	944.000	944.000	944.000
2	Peso del molde (gr)	1763.000	1763.000	1763.000	1763.000	1763.000
3	Peso del molde + muestra húmeda (gr)	3680.000	3745.000	3803.000	3814.000	3831.000
4	Peso de la muestra húmeda (gr)	1917.000	1982.000	2040.000	2051.000	2068.000
5	Densidad húmeda de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	2.031	2.100	2.161	2.173	2.191

**CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA**

6	Peso de la tara (gr)	27.098	27.581	28.588	27.646	27.805
7	Peso de la tara + suelo húmedo (gr)	107.939	103.867	100.602	103.376	134.369
8	Peso de la tara + suelo seco (gr)	104.616	99.328	95.108	98.852	122.320
9	Peso del agua (gr)	3.323	4.539	5.494	4.524	12.049
10	Peso del suelo seco (gr)	77.518	71.747	66.520	43.896	94.515
11	Contenido de humedad (%)	4.287	6.326	8.259	10.306	12.748
12	Densidad seca de la muestra (gr/cm <sup>3</sup> )	1.947	1.975	1.996	1.970	1.943

**GRAFICO: DENSIDAD vs HUMEDAD**



<b>Máxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.996</b>
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	<b>8.26</b>





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**E.A.P. INGENIERIA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES**

**TESIS** : PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

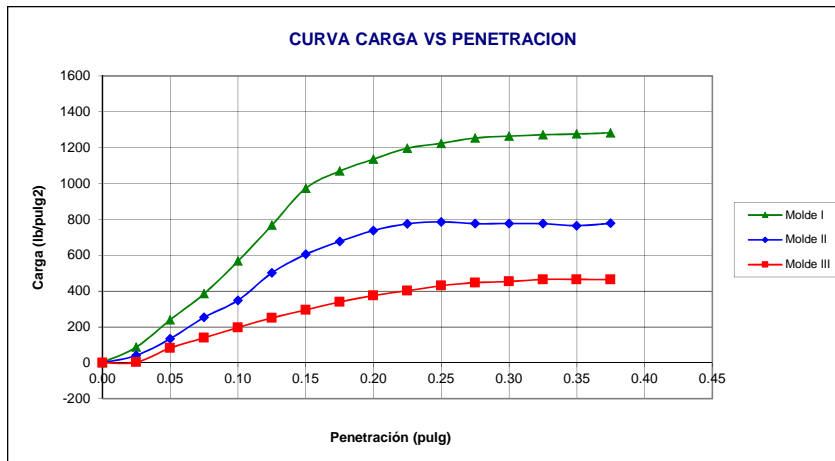
**TESISTAS** : Bach. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN  
 : Bach. SÁNCHEZ LIZARRAGA JUAN ANTONIO

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - AA.HH. VILLA MARIA

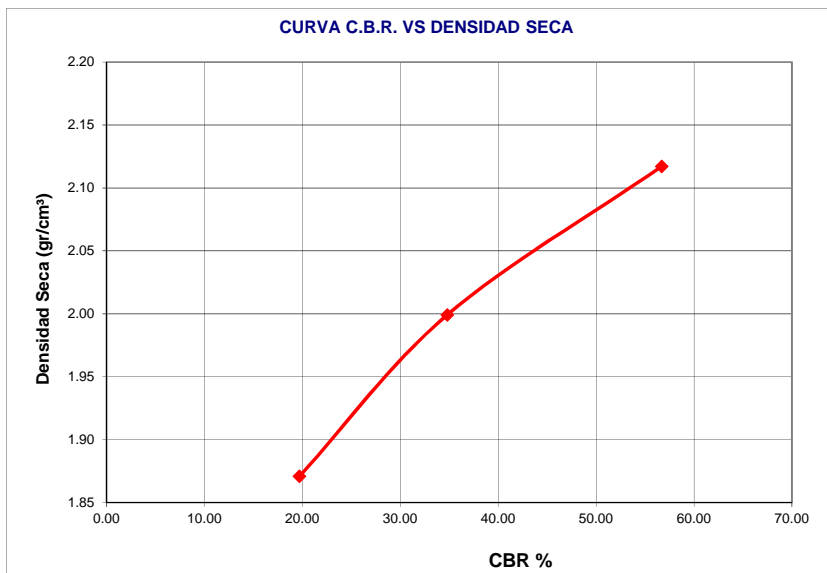
**FECHA** : ENERO DEL 2017

**DATOS DE LA MUESTRA**

**CALICATA** : C - 20 **CLASF. (SUSCS)** : SP  
**MATERIAL** : M - 01 a 0.70 m **Clasf. (AASHTO)** : A-1-b



Molde	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lb/pulg²)	Presión aplicada (lb/pulg²)	C.B.R. (%)	Expansión
I	0.1	567.0	1000	56.70	0.00
II	0.1	348.0	1000	34.80	0.00
III	0.1	197.0	1000	19.70	0.00

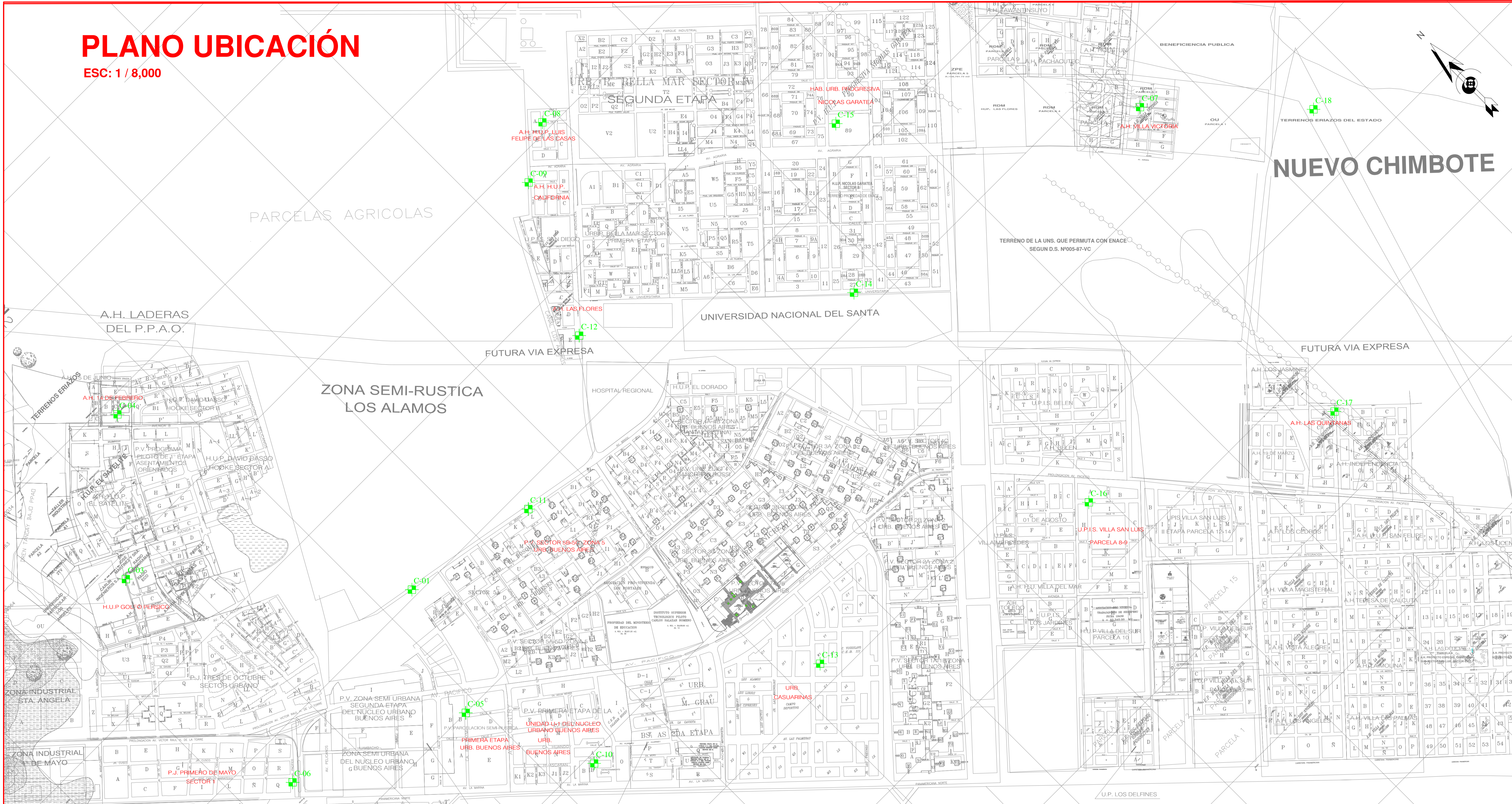
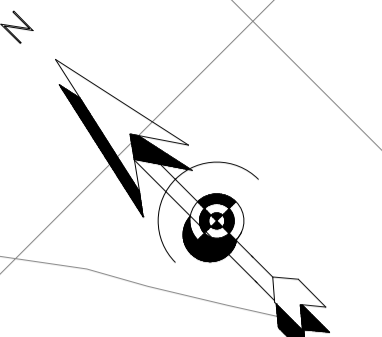


C.B.R. 100% MDS : 34.16%

CBR 95% MDS : 23.07%

# PLANO UBICACIÓN

ESC: 1 / 8,000



## NUEVO CHIMBOTE

### LEYENDA

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
CALICATA	



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: PROPIEDADES INDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE	REGION: ANCASH N° DE PLANO: 1/1 DEPARTAMENTO: ANCASH OBSERVACIONES: PROVINIA: SANTA DISTRITO: NUEVO CHIMBOTE ARCHIVO: FECHA: DICIEMBRE, 2015 ESCALA: INDICADA
AUTORES: BACH. YATACO MORILLO JUNIOR ESTEBAN BACH. SÁNCHEZ LIZÁRRAGA JUAN ANTONIO	N° PLANO: <p style="font-size: 2em; font-weight: bold; color: red;">U-01</p>
<p style="font-weight: bold; color: red;">UBICACIÓN DE CALICATAS</p>	APROBADO: ING. JULIO CÉSAR RIVASPLATA DÍAZ