



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Aplicación de cal en subrasante para el diseño de pavimento rígido, en  
Jirón La Unión, Juan Guerra-San Martín, 2016”**

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

**AUTOR:**

Velarde Pezo López

**ASESOR:**

Ing. Benjamín López Cahuaza

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

**PERÚ - 2016**

PÁGINA DEL JURADO

  
**IVÁN REATEGUI ACEDO**  
INGENIERO CIVIL  
CIP: N° 72705

.....  
Ing. Iván Reátegui Acedo  
Presidente

  
.....  
**Orlando Mego Chávez**  
INGENIERO CIVIL  
Ing. Orlando Mego Chávez  
Secretario

  
.....  
 **Ing. Benjamín López Cahuaza**  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 73385

.....  
Ing. Benjamín López Cahuaza  
Vocal

## DEDICATORIA

A mis padres, ya que, gracias a ellos con su apoyo moral y económico, me enseñaron a que todo lo que se hace con dedicación, amor y esfuerzo se puede lograr en la vida, para así poder cumplir satisfactoriamente con mis metas tan anheladas.

También quiero dedicar a mi hermano por estar siempre presente en todo momento conmigo, ya que sin su apoyo no me hubiese sido tan fácil concluir esta etapa de mi vida.

**Velarde**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mis queridos padres Velarde y Julia, quienes siempre mantuvieron viva esa fuerza que necesitaba para poder salir a delante a pesar de todo y ante todo en esta etapa de formación profesional.

También quiero agradecer a los docentes de la Universidad César Vallejo por haberme guiado en mi formación académica durante estos diez ciclos, a todos los que estuvieron involucrados en el desarrollo de mi tesis como el personal técnico del laboratorio, a mi asesor el Ing. Benjamín López Cahuaza.

**Velarde.**

## DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo, Velarde Pezo López, con DNI N° 45074064, autor de mi investigación titulada: "Aplicación de cal en subrasante para el diseño de pavimento rígido, en jirón La Unión, Juan Guerra-San Martín, 2016", declaro bajo juramento que:

- 1) La tesis es de mi autoría.
- 2) He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) La tesis no ha sido autoplagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

De identificarse fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Tarapoto, mayo de 2018



Velarde Pezo López  
DNI 45074064

## **PRESENTACIÓN**

Señores Miembros del Jurado, de acuerdo con las disposiciones estipuladas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, pongo a vuestra consideración la evaluación del informe de investigación titulado: “Aplicación de cal en subrasante para el diseño de pavimento rígido, en jirón La Unión, Juan Guerra-San Martín, 2016”, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, la misma que está dividida en ocho capítulos:

El primer capítulo referido a la Introducción, contiene la realidad problemática, trabajos previos, teorías relacionadas al tema, formulación del problema, justificación del estudio, hipótesis y objetivos de la investigación.

El capítulo II, sobre el Método, incorpora el diseño de investigación; variables, operacionalización; población y muestra; técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad y métodos de análisis de datos.

En el capítulo III, se presentan los Resultados, donde se incluyen las consecuencias del procesamiento de la información recabada en el trabajo de campo.

El capítulo IV, contiene la Discusión, referida al análisis y discusión de los resultados encontrados durante la investigación.

En el capítulo V, se presentan las Conclusiones, como enunciados cortos, planteados en función a los objetivos propuestos.

El capítulo VI contiene las Recomendaciones, precisadas en base a los resultados encontrados.

Finalmente se presenta el capítulo VIII, que contiene las Referencias utilizadas durante el estudio, conforme a las Normas ISO 690.

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
DECLARACION DE AUTENTICIDAD .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
PRESENTACIÓN .....	vi
ÍNDICE .....	vii
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT .....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Realidad Problemática .....	13
1.2. Trabajos previos .....	14
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	16
1.4. Formulación del problema .....	25
1.5. Justificación del estudio .....	25
1.6. Hipótesis .....	26
1.7. Objetivos .....	26
II. MÉTODO .....	28
2.1. Diseño de investigación .....	28
2.2. Variables, Operacionalización .....	28
2.3. Población y muestra.....	29
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	30
2.5. Métodos de análisis de datos.....	30
2.6. Aspectos éticos .....	30
III. RESULTADOS.....	31
3.1. Estudio topográfico de la vía donde se proyecta el pavimento.....	31
3.2. Estudio de tráfico, por medio de la evaluación del tránsito existente en la zona de estudio.....	32
3.3. Estudio de suelos y diseño del espesor del pavimento.....	34
3.4. Propuesta de medidas de mitigación ante la probabilidad de impactos ambientales.....	36
3.5. Estudio de costos y presupuestos del proyecto .....	37
3.6. Contrastación de la hipótesis propuesta .....	38

IV. DISCUSIÓN.....	42
V. CONCLUSIONES.....	44
VI. RECOMENDACIONES.....	45
VII. REFERENCIAS .....	47

## **ANEXOS**

Matriz de consistencia

Instrumentos de recolección de datos

Validación de instrumentos

Constancia de autorización donde se ejecutó la investigación.

Acta de aprobación de originalidad

Autorización de publicación de tesis al repositorio



## Índice de tablas

Tabla N° 1 Índice medio diario anual y clasificación vehicular promedio .....	33
Tabla N° 2 Comparativo de costos directos .....	38
Tabla N° 3 Resultados de propiedades físicas y mecánicas .....	39
Tabla N° 4 Frecuencias .....	40
Tabla N° 5 Prueba de hipótesis.....	40

## Índice de figuras

Figura N° 1 Resultados comparativos del CBR .....	34
Figura N° 2 Valores de máxima densidad.....	35
Figura N° 3 Estructuración de pavimento .....	36

## RESUMEN

La presente investigación está referida al uso de la cal en la subrasante de un proyecto de pavimentación, se realizó en la jurisdicción distrital de Juan Guerra-San Martín durante el año 2016 y se sustenta en los fundamentos teóricos y normativos para el diseño de pavimentos, en los procesos de estabilización de suelos del afirmado; para lo cual se aplicó un método experimental, correspondiente a un estudio de tipo pre experimental con evaluación solo después, en una longitud de siete cuadras de vía como muestra de estudio, utilizando estudios técnicos de laboratorio, campo y gabinete, que sirvieron para obtener los resultados logrados, partiendo el estudio topográfico que permitió lograr los perfiles del terreno y el estudio de tráfico con el que se obtuvo un Índice Medio Diario igual a 22, considerándose como tránsito liviano; con lo cual se pudo recabar las muestras in situ para ser llevadas a los análisis de laboratorio de mecánica de suelos y realizar el diseño definitivo del pavimento rígido; llegando a concluir que los valores de C.B.R. encontrados permiten afirmar que con la aplicación de cal a la subrasante es la posible reducción del espesor en el diseño de pavimento rígido.

Palabras clave: Cal, pavimento, subrasante.

## **ABSTRACT**

The present investigation refers to the use of lime in the subgrade of a paving project, was carried out in the district jurisdiction of Juan Guerra-San Martín during 2016 and is based on the theoretical and normative foundations for the design of pavements, in the processes of soil stabilization of the affirmed; for which an experimental method was applied, corresponding to a pre-experimental type study with evaluation only afterwards, in a length of seven blocks of track as a study sample, using technical laboratory, field and cabinet studies, which served to obtain the results achieved, starting with the topographic study that allowed to achieve the terrain profiles and the study of traffic with which a Mean Daily Index was obtained equal to 22, considered as light traffic; with which it was possible to collect the samples in situ to be taken to the laboratory analyzes of soil mechanics and to carry out the definitive design of the rigid pavement; arriving to conclude that the values of C.B.R. found allow to affirm that with the application of lime to the subgrade is the possible reduction of the thickness in the design of rigid pavement.

Keywords: Cal, pavement, subgrade.

# **I. INTRODUCCIÓN**

## **1.1. Realidad Problemática**

Un problema latente en el Perú, principalmente en zonas alejadas de la capital de la república, lo constituye el estado de las calles de las ciudades, que por razones de costo y de baja prioridad de atención, se mantiene a la espera de soluciones más rápidas que permitan dotar de mejores condiciones de vida de la población.

Esta situación se complica en principalmente en zonas de selva, donde en mayor porcentaje las vías al interior de las ciudades – y con más acentuación en distritos alejados de las ciudades principales- se encuentran solo en estado afirmado, expuestas al deterioro permanente por las condiciones climáticas predominantes, con lluvias permanentes y en muchos casos falta de sistema de drenaje pluvial.

Estas Inadecuadas condiciones de transitabilidad vehicular se pueden evidenciar en distritos como Juan Guerra, que a pesar de estar ubicado a solo 13 km de la ciudad de Tarapoto, sus calles cuentan con una calzada inadecuada para el tránsito de los vehículos, con solo siete calles pavimentadas y las restantes en estado de afirmado, con solo mantenimiento periódico que las hace vulnerables en épocas de lluvias, convirtiéndolas en intransitables, lo cual afecta al normal desarrollo de la vida cotidiana de los pobladores.

Esta situación se agrava con el incipiente sistema de cunetas y alcantarillas para la derivación de las aguas de lluvias, todo lo cual genera altas tasas de contaminación del aire debido a emisiones de partículas suspendidas, frecuentes accidentes de los peatones, principalmente en días de precipitación pluvial y mayores costos totales de en el transporte interno; que en suma origina el deterioro de las condiciones de vida de la población del distrito.

## 1.2. Trabajos previos

Entre los trabajos previos, a manera de investigaciones, que se han publicado sobre los temas de estudio y que sirven de base para la investigación se tiene a los siguientes estudios:

RUANO, Denis, en su trabajo de investigación “Estabilización de suelos cohesivos por medio de arenas volcánicas y cal viva”, tesis de pre grado. Guatemala: Universidad de San Carlos, 2012, concluyó que se comprueba que la cal viva es de utilidad eficaz para estabilizar un suelo cohesivo

- Las mezclas realizadas en el estudio tienen el 10%, 25% y 50 % de arena sobre el suelo que se sometió a estabilización, obteniendo un valor de CBR de 52,6% a 91,5 %, lo cual significa que se tiene un significativo margen de valores para seleccionar de acuerdo al uso que se requiera aplicar.
- Se establece que, usando arenas, bien sea la de sílice, como la azul, en ambos casos se obtienen valores muy cercanos de CBR, pero el valor óptimo de la arena azul, en su densidad específica y composición, genera valores ligeramente más altos que la arena sílice.
- Los procesos de estabilización realizados, son un indicador que es factible de utilizar estas arenas de origen volcánicas en combinación con el 10% de cal viva para obtener valores de estabilización de acuerdo a las necesidades que se necesite en la construcción.

BELTRÁN, Mario y COPADO, José, en su trabajo de investigación “Estabilización de un suelo arcilloso con cal hidratada, para ser utilizada como capa subrasante de pavimentos en La Colina San Juan Capistrano de ciudad Obregón”, Tesis de pre grado. México: Instituto Tecnológico de Sonora, 2011. Concluyen que en las vías terrestres es un requisito que la capa subrasante tenga una resistencia adecuada de acuerdo a especificaciones del proyecto, ya que sirve de cimiento entre la estructura vial y el terreno natural.

- Existen varios métodos para estabilizar un suelo arcilloso. En este proyecto se optó por la estabilización química con cal ya que al mezclarlo con la arcilla obtiene, se tiene una mejoría en sus propiedades como se comprobó en esta investigación, además de un mejor comportamiento, mejor manejabilidad, y una reacción química inmediatamente.
- Se puede utilizar material de banco para construir la capa subrasante, o combinación de este último material con el suelo del terreno natural, pero tendría que analizarse en base al presupuesto que se maneje en la obra.

VÁSQUEZ, Jaime, en su trabajo de investigación “Estabilización de suelos cohesivos con cales”, tesis de pre grado. Universidad Andrés Bello, Chile, 2008; tiene como conclusión general que se puede validar el producto como una alternativa concreta para la estabilización de suelos, ya que, debido a la capacidad de mejorar las características básicas del suelo, aportando capacidad de soporte al mismo, sin embargo, por deficiencias, económicas, el producto no es viable.

PÉREZ, Rocío, en su trabajo de investigación “Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada y/o sub base de pavimentos”, Universidad Nacional de Ingeniería, Perú – Lima, 2012. Concluye que las cenizas volantes funcionan como aditivo inhibidor de las propiedades expansivas del material, pero este requiere ser adicionado en porcentajes excesivos, al menos en el caso de una arcilla expansiva, en promedio mayor a 20%; además:

- Los resultados permiten concluir que el suelo estudiado tipo CH/A-7-6 (14) es arcilla inorgánica de alta plasticidad, por lo que este material no es recomendable para el uso como subrasante en pavimentos.
- Las arcillas en combinación con cenizas volantes y cemento en un 3%, da buenos resultados mejorando la resistencia del suelo arcilloso desde 7.7% hasta 51% de CBR al 100% de la MDS del Próctor Modificado y obteniéndose menores costos en su construcción. Los

valores de espesores de pavimento se reducen conforme se incrementa el valor de CBR. La adición de ceniza volante en la muestra de arcilla disminuye los efectos de expansión, disminuye la gravedad específica y la plasticidad y humedad de la arcilla.

ANGULO, Rommel, en su trabajo de investigación “Estabilización de subrasantes con cal”, tesis de pre grado, Universidad de Piura. Perú, 2014; se propone exponer el mejoramiento del comportamiento de un suelo arcilloso de deficitaria calidad, al agregar determinados porcentajes de cal, tomando como referencia de su peso seco, teniendo en consideración que el suelo hará la función de subrasante al interior de la estructura del pavimento.

La tesis se realizó en tres etapas, la primera fue la recolección de información, la segunda la fase de laboratorio, se efectuó en el LEMC llevándose a cabo ensayos de Proctor (densidad – humedad), CBR (valor soporte), limite líquido, limite plástico, granulometría y absorción por capilaridad; y por último el análisis de los resultados.

Se concluye que los porcentajes de cal disminuyeron la plasticidad, aumentaron su valor soporte y crearon una capa protectora contra el agua que sube por capilaridad, es decir, pasa de ser un suelo bajo a uno de buena calidad como subrasante.

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

#### **La cal y sus usos en la ingeniería civil.**

Desde la antigüedad se ha utilizado la cal para diversos procesos constructivos, teniendo en cuenta su composición natural, Arredondo y Vérdu (1991) consideran que se denomina cal a todo producto resultante del proceso de calcinación de piedras calizas o mármoles, sin distinción de su composición interna y características físicas. Culminada la calcinación se debe realizar la extinción o apagado del producto anhidro, con esto se



logra un material hidratado en forma de polvo o pasta, de acuerdo al volumen de agua agregada

Estos autores consideran que, de acuerdo al tipo de piedra caliza usada como base, se pueden lograr dos tipos de cales: las denominadas cales aéreas y las cales hidráulicas. Una cal aérea se logra obtener cuando se usa rocas calizas o dolomías como materia prima, siempre que no contengan en su estructura un porcentaje mayor al 5% de arcilla. Las cales aéreas se denominan cales grasas cuando llegan hasta el límite del 5% de óxido magnésico, porque tienen mayor propiedad de adherirse a bases sólidas; inversamente cuando esta propiedad es menor, las cales llevan la denominación de cal magra, dolomítica, gris o árida, producto de tener más del 5% de óxido magnésico

Las denominadas cales hidráulicas se logran obtener cuando la materia prima utilizada la constituyen rocas calizas combinadas con margas y arcillas ricas que poseen un alto contenido de sílice, alúmina y hierro. Tomando en cuenta los índices de hidraulicidad, las cales hidráulicas se pueden clasificar como debidamente hidráulicas, propiamente hidráulicas y eminentemente hidráulicas, tomando en cuenta que el contenido de sustancias que les proporciona las características hidráulicas se ubique entre los valores de 10-15 % para las débilmente hidráulicas, entre el 15-20 % para las propiamente hidráulicas y más de 20 % para las eminentemente hidráulicas.

En el Perú el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2002) tiene aprobada una norma, sobre cal viva y cal hidratada para el uso de proceso de estabilización de suelos, donde se establece que la efectividad de la cal como agente estabilizador es recomendada para suelos de arcillas finas, arcillas gruesas y limos finos.

Esta norma técnica dispone que, en la estabilización de suelos con cal, la dosificación está en función del tipo de arcilla. Se establece que debe agregarse del 2% a 8% de cal por peso seco de suelo. La determinación de

este porcentaje debe ser producto de ensayos de laboratorio, según el procedimiento siguiente:

- En base a la acidez del suelo (pH), determinar el porcentaje de cal
- Elaborar especímenes para el ensayo de compresión no confinada a la humedad óptima y máxima densidad seca.
- Evaluar los niveles de incremento de la resistencia del suelo estabilizado.
- Si el incremento de resistencia, con el porcentaje de cal elegido, es mayor a 3.5 kg/cm<sup>2</sup>, determinar la variación en la resistencia para especímenes elaborados con + 2% de cal.
- Determinar el contenido de cal para el cual la resistencia no aumenta en forma importante.
- Elaborar una gráfica de resistencia y % de cal.

Se establece también que es requisito para la elaboración de un documento o análisis técnico, la presentación de los gráficos y soporte técnico donde se demuestre el mejoramiento del suelo logrado con cal hidratada, indicándose con claridad los porcentajes de participación del material y los valores alcanzados. Asimismo, es indispensable mostrar los resultados de la capacidad de soporte de acuerdo a la metodología “California Bearing Ratio – CBR” (Relación de Soporte de California), donde se demuestre las mejoras en el suelo.

En materia de carreteras, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2008), tiene aprobado un Manual como parte de los Manuales de Carreteras aprobados en el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial. En este manual se aprueba la construcción de una o más capas de suelos estabilizados con cal, de acuerdo con las especificaciones técnicas, así como de las dimensiones, alineamientos y secciones transversales indicados en el Proyecto.

Señala la norma que la cal que se use para la construcción de suelo-cal puede ser cal viva o cal hidratada, debiendo cumplir con los requisitos determinados en la Especificación AASHTO M-216 ó ASTM C-977.

Los ensayos de laboratorio que permitan establecer el porcentaje de cal y el resto de requisitos de la norma, que debe satisfacer la mezcla de suelo-cal, deben ser realizados con los materiales a utilizar en la obra, incluyendo el agua de mezclado, en función a la norma ASTM D 6276. La cal aplicada puede estar entre los márgenes del 2 y 8% del peso de los materiales.

Para el caso de construcción de capas estructurales, la mezcla de suelo-cal a utilizar debe respetar los valores C.B.R. conforme a las exigencias de ésta norma técnica, También se debe consignar una fórmula de trabajo, que indique las cantidades y tipo de cal, el volumen de agua y los procedimientos que se seguirán para la obtención de los requerimientos estructurales.

Sobre los procesos de estabilización con el uso de cal, Minaya y Ordoñez (2006) consideran que, para el caso de terrenos de fundación, la estabilización con cal tiene diversas razones: puede ser para reducir tiempos en la construcción, con el tratamiento de suelos expansivos; o también para dotar de una cimentación sólida a la estructura del pavimento. Un suelo estabilizado con cal puede ser rígido y durable, mejorando el comportamiento del pavimento.

La incorporación de cal a suelos de gradación fina como las arcillas origina que los cationes de la superficie de arcilla sean sustituidos por los de óxido de calcio, incrementando el pH y alterando la mineralogía de la superficie de las moléculas de arcilla. Esta alteración reduce la capacidad de la arcilla para absorber agua y por lo tanto reduce su expansión y plasticidad, mejorando su estabilidad

### **Afirmados**

Se considera que en los procesos de afirmados de vías de transporte se utiliza una o más capas de material de canteras debidamente

seleccionadas para lograr una superficie óptima para fines de tránsitos específicos, con una composición de materiales como, arena, piedra y materiales finos, como arcilla.

En la construcción de afirmados y subrasantes granulares, se utilizan materiales agregados que pueden ser naturales debidamente clasificados, también pueden ser producto de la trituración de rocas o gravas, asimismo pueden estar conformados por la mezcla de productos naturales y triturados

En las normas para la construcción de bases y sub bases, se considera como requisito el uso de agregados que contengan un porcentaje producto procesos de trituración. Para esto las partículas deben ser duras y resistentes, evitando el exceso de partículas blandas en proceso de desintegración, además no deben contener material orgánico, ni sustancias extrañas que perjudiquen la estructura del suelo.

Por lo general las gravas que provienen de canteras piedras fracturadas de forma natural constituyen materiales de buena calidad. Además, se debe tener presente que no todas las grabas son iguales, por tanto, una selección de material de calidad deberá realizarse con procedimientos de laboratorio, ensayando proporciones adecuadas a las necesidades de la obra vial a realizar.

### **Subrasante**

En cuanto a estructura del afirmado y subrasante, el MTC (2013 a), según el manual respectivo, considera que la Subrasante es la superficie donde se colocara una o más capas de la estructura del pavimento o afirmado.

La importancia de la calidad de calidad de la subrasante, radica en que de ella depende el espesor que se le debe dar un pavimento en el proceso de diseño. Para efectos de evaluación de la subrasante se suele utilizar la capacidad de soporte o resistencia a la deformación por esfuerzo cortante.

Este manual del MTC, dispone que los suelos que se encuentran por debajo del nivel superior de la subrasante, en una profundidad no menor de 0.60 m, deben ser suelos adecuados y estables con un valor de CBR  $\geq 6\%$ . En caso el suelo, debajo del nivel superior de la subrasante, tenga un CBR  $< 6\%$  (subrasante pobre o subrasante inadecuada), es necesario estabilizar los suelos, para lo cual el Ingeniero Responsable analizará según la naturaleza del suelo alternativas de solución, como la estabilización mecánica, el reemplazo del suelo de cimentación, estabilización química de suelos, estabilización con geosintéticos, elevación de la rasante, cambiar el trazo vial, eligiéndose la más conveniente técnica y económica.

En el capítulo de estabilización de suelos este Manual MTC señala que, en los suelos estabilizados con cal, el suelo-cal se obtiene por mezcla íntima de suelo, cal y agua. La cal que se utiliza es óxido cálcico (cal anhidra o cal viva), obtenido por calcinación de materiales calizos, o hidróxido cálcico (cal hidratada o cal apagada). Estas cales se llaman también aéreas por la propiedad que tienen de endurecerse en el aire, una vez mezcladas con agua, por acción del anhídrido carbónico.

Todo suelo sometido a procesos de estabilización experimenta cambios de sus características internas, generando mayores niveles de resistencia y estabilidad en forma permanente, principalmente en lo referido a su comportamiento frente a la acción del agua

Es por ello que se considera que la cal es un componente de estabilización permanentemente del suelo utilizado como subrasante o sub base, para obtener una capa de valor estructural alto en el pavimento a construir. Todo suelo que recibe tratamiento, es con el mismo material de la subrasante o con material de préstamo.

### **Ensayos para pavimentos**

Para el cumplimiento de los requisitos que se establecen por el MTC, se deben realizar diversos ensayos de Laboratorio, sobre lo cual Rivas (2006) señala que las propiedades del suelo y macizos rocosos se establecen a

partir de los resultados de los ensayos de reconocimiento de campo y ensayos de laboratorio. Para ello, es preciso contar con personal competente: ingenieros civiles, geólogos, químicos, debidamente colegiados y analistas expertos en las diversas áreas de ensayo: suelos, concreto, asfalto, etc. Además, las empresas u organizaciones encargadas de la realización de los trabajos, que tengan infraestructura apropiada; el laboratorio de ensayo con acreditación oficial, para que los resultados tengan valor oficial.

Además, precisa Rivas que en cuanto a los ensayos de laboratorio al igual que en el caso de los ensayos “in situ”, existe una gran variedad de ensayo de laboratorios disponibles, dependiendo de las características del terreno. Los ensayos más usuales son los de identificación, de resistencia y de deformabilidad. La toma de muestras debe ser lo más representativa posible de la realidad a analizar y durante su envío hasta el laboratorio, se cuidará de que las muestras no sufran deterioros o mezclas de las mismas, que nos puedan inducir errores en los resultados obtenidos

Uno de los ensayos de laboratorio corresponde al análisis granulométrico que busca determinar los tamaños de las partículas componentes de una muestra de suelo. Este ensayo, por lo general, no es utilizado solo, sino que se usa conjuntamente con otras propiedades del suelo para determinar su clasificación, a su vez constituye un componente auxiliar para la ejecución de otros ensayos.

En el caso de suelos granulares, el análisis granulométrico brinda información de sus niveles de permeabilidad y en líneas generales de su comportamiento estructural, no sucede lo mismo en el caso de suelos cohesivos donde su comportamiento está supeditado en mayor magnitud a la historia geológica del suelo.

Los ensayos de humedad o límites de Atterberg, se determinan con ensayos de laboratorio normalizados con los que se pueden lograr los límites del rango de humedad, en los que se mantiene el suelo en estado plástico; el nombre proviene de su creador original, aunque después fueron

sujetos de cambios, son de uso bastante común. Para la obtención de estos límites se necesita manipular la muestra extraída del suelo cambiando su estructura original.

La importancia del ensayo de contenido en humedad, radica en la información que brinda relacionada con las características esenciales que se requieren para conocer el comportamiento del suelo; esta información está relacionada con los cambios de volumen, cohesión, estabilidad mecánica.

Para la determinación de la densidad de un suelo, se realizan ensayos utilizando un método que permita definir el peso unitario de un suelo determinado, para ello se utilizan equipos de laboratorio conducentes a calcular en el campo estos valores de densidad, con lo cual se puede tomar las decisiones necesarias sobre los materiales a usar en los procesos de afirmado de suelos.

El ensayo Próctor se realizará para definir la humedad máxima alcanzada por el suelo en su más alto nivel de compactación, por eso se le considera como un ensayo de compactación de suelo. Permite establecer el volumen de agua que es necesario añadir a un suelo para tener una máxima compactación.

### **Ensayo CBR**

Al referirse al ensayo CBR, Rivas (2006) señala que, para la determinación de la capacidad de soporte del suelo, se realiza el ensayo CBR, que mide la carga necesaria para penetrar un pistón de dimensiones determinadas a una velocidad previamente fijada en una muestra de suelo, compactada según su próctor, formada por tres probetas (generalmente compactada a 15, 30 y 60 golpes/capa), después de haberla sumergido en agua durante cuatro días y de haber medido su hinchamiento.

Al referirse a la necesidad de realizar ensayos para cuantificar el comportamiento mecánico de las capas componentes de la estructura de un pavimento, Minaya & Ordoñez (2006), consideran que los materiales

que conformarán las capas de afirmado, sub base y base deberán ser ensayados con el método de proctor modificado para determinar su máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad. El CBR asociado al 95% de la máxima densidad será el CBR de diseño para cada capa.

Agregan que se debe recalcar que el CBR asociado a la máxima densidad seca, es un método que se recomienda usar sólo en el caso de material de cantera (afirmado, sub base y base) o en subrasantes granulares. No se recomienda emplear este método en subrasantes finas.

## **Pavimento**

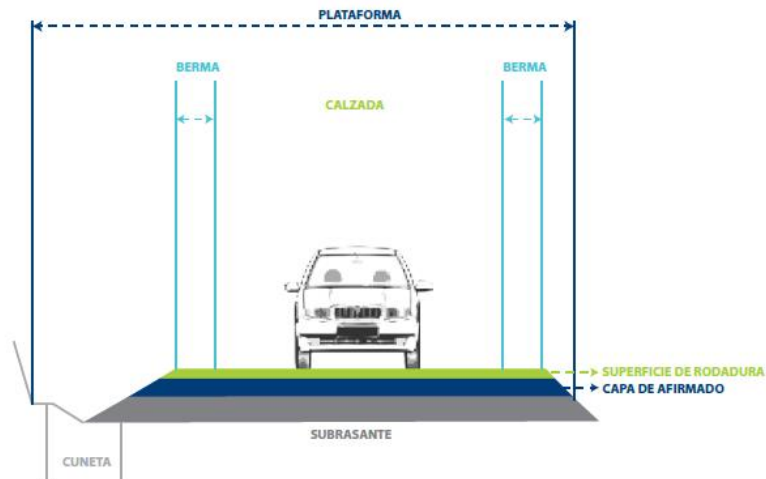
El MTC (2013 b) considera que un Pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por las siguientes capas: base, sub base y capa de rodadura.

La Capa de Rodadura es la parte superior de un pavimento, que puede ser de tipo bituminoso (flexible) o de concreto de cemento Portland (rígido) o de adoquines, cuya función es sostener directamente el tránsito.

La Base es la capa inferior a la capa de rodadura, que tiene como principal función de sostener, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito. Esta capa será de material granular drenante ( $\text{CBR} \geq 80\%$ ) o será tratada con asfalto, cal o cemento.

La Sub base es una capa de material especificado y con un espesor de diseño, el cual soporta a la base y a la carpeta. Además, se utiliza como capa de drenaje y controlador de la capilaridad del agua. Dependiendo del tipo, diseño y dimensionamiento del pavimento, esta capa puede obviarse. Esta capa puede ser de material granular ( $\text{CBR} \geq 40\%$ ) o tratada con asfalto, cal o cemento.





*Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas (2013)*

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

¿Qué efecto produce la aplicación de cal en la subrasante natural, para el diseño de pavimento rígido en el Jirón La Unión de Juan Guerra-San Martín, 2016?

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

El estudio tiene justificación teórica porque se sustenta en los fundamentos teóricos y normativos para el diseño de pavimentos, en los procesos de estabilización de suelos del afirmado, que sirven de sustento para la comprobación de los efectos de la aplicación de cal en un tipo de suelo del distrito de Juan Guerra.

La justificación práctica, se observará en la contribución de los resultados del estudio en un problema práctico que comúnmente se presenta en la realidad sanmartinense, por lo que los beneficiarios directos serán los pobladores de la zona de investigación, porque podrán contar con una nueva alternativa técnica y económica para la pavimentación de sus vías.

El trabajo se orienta a la búsqueda de soluciones conducentes a la mejora de las condiciones de la infraestructura vial, con alternativas técnicas estructurales como es el caso del uso de otros materiales que se adicionen a la estructura de los pavimentos rígidos, como propósito central del presente trabajo de investigación.

La justificación social de la investigación, radica en que los beneficios de contar con nuevas alternativas técnicas para la construcción de vías, no solo tendrá repercusión en los beneficiarios directos donde se ejecuta la investigación, sino que sus resultados podrán ser replicados a otras jurisdicciones, por lo que el beneficio alcanzará a toda la sociedad.

El estudio tiene justificación académica el trabajo contiene el estudio de variables que son parte del componente académico curricular en la formación del ingeniero civil, toda vez que se trata de competencias relacionadas con el diseño de caminos

## **1.6. Hipótesis**

El efecto de la aplicación de cal a la subrasante es la reducción del espesor en el diseño de pavimento rígido del Jirón La Unión de Juan Guerra-San Martín, 2016.

## **1.7. Objetivos**

### GENERAL

Determinar el efecto de la aplicación de cal en la subrasante natural para el diseño de pavimento rígido en el jirón La Unión de Juan Guerra-San Martín, 2016.

### ESPECÍFICOS

- Ejecutar el estudio topográfico de la vía donde se proyecta el pavimento, que permita evaluar las características físicas del terreno.

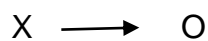
- Efectuar el estudio de tráfico, por medio de la evaluación del tránsito existente en la zona de estudio, determinando el valor del Índice Medio Diario (IMD).
- Realizar el Estudio de Mecánica de Suelos y la compactación de la subrasante natural con los ensayos de las propiedades físicas y mecánicas tanto in situ como en laboratorio.
- Realizar el diseño definitivo del pavimento rígido, con la aplicación de cal en la subrasante, verificando la influencia de la aplicación de diferentes contenidos de cal adicionados al suelo sobre el espesor de la losa de concreto del pavimento rígido, en el lugar de estudio de proyecto.
- Proponer las medidas de mitigación ante la probabilidad de los impactos ambientales que tendrá la propuesta de mejoramiento del pavimento.
- Realizar el estudio de costos y presupuestos del proyecto, a nivel comparativo, con o sin la aplicación de cal

## II. MÉTODO

### 2.1. Diseño de investigación

El presente estudio es de tipo experimental, porque en el tratamiento de los datos obtenidos en el trabajo de campo, se manipulará la variable independiente (aplicación de cal en subrasante) para observar sus efectos en la variable dependiente (diseño de pavimento rígido), a través de procedimientos ejecutados en el laboratorio de suelos.

Le corresponde a un diseño pre experimental con evaluación solo posterior, según el diagrama siguiente:



Dónde:

X = Aplicación de Cal en subrasante

O = Diseño de pavimento rígido

### 2.2. Variables, Operacionalización

Variable Independiente: Aplicación de Cal en subrasante.

Variable Dependiente: Diseño de pavimento rígido.

### Cuadro de Operacionalización

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA
Aplicación de Cal en subrasante	Uso de producto que procede de la calcinación de piedras calizas en la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras.	Procedimientos de campo y laboratorio necesarios para adición de cal en un terreno	Análisis Granulométrico	de razón
			% de Humedad	
			Máxima Densidad Seca	
			Ensayo de Compactación Proctor	
			Ensayo CBR	
			Compresión no confinada	
Diseño de pavimento rígido	Determinación del espesor de concreto apropiado para soportar las cargas del tráfico en un camino	Procedimientos de laboratorio para obtener el espesor mínimo de loza en el pavimento	Soporte de la subrasante	de razón
			Periodo de diseño	
			Tráfico	
			Capacidad de soporte	
			Análisis por fatiga	
			Análisis por erosión	
			Cálculo del espesor	

### 2.3. Población y muestra

#### Población

La población de estudio está representada por el tramo vial del Jirón La Unión, en el distrito de Juan Guerra-San Martín, de 750 metros lineales de vía, para el que será válido el estudio que se pretende realizar.

#### Muestra:

Teniendo en cuenta que la investigación se realizará en una vía con características particulares y corresponde a un estudio de caso, la muestra de estudio estará representada por la misma población.

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

Las técnicas e instrumentos para la recolección de la información serán los siguientes:

TECNICAS	INSTRUMENTOS	FUENTES
Observación, medición, nivelación, trazo, replanteo	Equipos Topográficos, cámara fotográfica.	RNE E.050
Muestreo del material y recolección de datos a estudiar	Equipos, materiales y herramientas	RNE E.050, Manual de Carreteras EETT-EG - 2013
Ensayos in situ y de Laboratorio	Fichas de Laboratorio	RNE E.050, Manual de Carreteras EETT-EG - 2013

La validez y confiabilidad de los instrumentos se realizó a través del juicio de expertos, con tres ingenieros civiles conocedores del tema de investigación.

## 2.5. Métodos de análisis de datos

La información recabada en el trabajo de campo, fue procesada en el laboratorio de mecánica de suelos utilizando los métodos y procedimientos técnicos indispensables para el logro de los objetivos de la investigación.

Los datos resultantes de laboratorio con la aplicación de cal a la subrasante fueron comparados con los datos sin la aplicación de cal, de forma que se contraste la hipótesis propuesta, con la posible reducción del espesor en el diseño de pavimento rígido.

## 2.6. Aspectos éticos

Los aspectos éticos relacionados con los derechos de autor, fueron respetados con el uso de las normas ISO 690, para la elaboración de citas y referencias bibliográficas.

### **III. RESULTADOS**

#### **3.1. Estudio topográfico de la vía donde se proyecta el pavimento.**

El Proyecto está localizado en la zona sur de la provincia de San Martín:

Departamento : San Martín

Provincia: San Martín

Distrito : Juan Guerra

Jirón : La Unión.

Tramo : 750 m.

Para el desarrollo del presente proyecto de diseño, fue necesario disponer de una acabada representación espacial del área geográfica de interés, esto es, realizar un estudio que entregue una buena referencia topográfica que permita desarrollar de manera segura, eficiente y confiable las actividades que involucra al proyecto de pavimentación.

Los trabajos desarrollados incluyen el levantamiento topográfico de la franja de la vía, a partir del cual se procedió a desarrollar el trazo de la vía, la nivelación de BMs y nivelación y seccionamiento del eje de la vía, y los levantamientos topográficos complementarios.

Para desarrollar los trabajos de campo, se ha contado con una brigada de topografía, utilizando equipos de topografía de última generación, tanto en estaciones totales como niveles. En el caso de estaciones totales, la información almacenada ha sido exportada a PCs para su procesamiento y desarrollo haciendo uso de software especializado. En el Anexo N°1 se detalla los resultados del trabajo topográfico, cuadros de coordenadas, perfil longitudinal y secciones transversales obtenidos en el trabajo de gabinete.

### **3.2. Estudio de tráfico, por medio de la evaluación del tránsito existente en la zona de estudio.**

La vía en estudio está ubicada en la zona urbana del distrito de Juan Guerra, como tal es de paso obligatorio de vehículos que transitan por la ciudad, por lo que se realizó el estudio de tráfico, de la demanda de transporte, como aspecto de soporte técnico para tomar decisiones sobre las necesidades impuestas por la capacidad del Proyecto, las especificaciones para el diseño de la vía y para la propuesta de medidas de tratamiento en el estudio ambiental.

La demanda de tráfico implica el estudio de los volúmenes de tráfico que actualmente se desplazan sobre la vía existente y sobre el tráfico que con el transcurrir del tiempo generará incrementos por el desarrollo poblacional de la zona de influencia.

En la actualidad el tráfico actual de la vía evidencia un crecimiento normal presentado con y sin el mejoramiento de la vía; sin embargo, se generará a futuro un incremento de tránsito vehicular cuando las condiciones de transitabilidad estén mejores.

La metodología utilizada para el presente estudio de tráfico se fundamentó en la determinación de los volúmenes de tráfico que se sustenta en el estudio observacional de los aforos de tránsito en la vía en estudio, para lo cual el conteo volumétrico, se realizó al inicio de la vía y al final de la misma

La demanda del proyecto está determinada por el flujo vehicular existente actual, la misma que se muestra a través del cálculo del Índice Medio Diario Anual (IMDa) como valor numérico estimado del tráfico vehicular en el tramo Jr. La Unión cuadras 01 al 07, del Distrito de Juan Guerra, en un año. El IMDa es el resultado de los conteos volumétricos y clasificación vehicular en campo durante la semana del 19 al 25 de setiembre de 2016, y el factor de corrección 0.9078095.

El IMDa se obtuvo de la multiplicación del Índice Medio Diario Semanal (IMDs) y el Factor de Corrección Estacional (FC).



Tabla N° 1 Índice medio diario anual y clasificación vehicular promedio

TIPO DE VEHÍCULO	ESTACIÓN
	JR. LA UNIÓN
MOTO LINEAL	12
MOTOTAXI	7
MOTOGURGON	2
AUTOS	0
STATION WAGON	0
CAMIONETA PICKUP	1
RURAL COMBI	0
CAMIONES DE 2	0
CAMIONES DE 3	0
CAMIONES DE 4	0
<b>IMDs</b>	<b>2</b>
<b>IMDa (*)</b>	<b>1</b>

(\*) Formato de Clasificación Vehicular

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo como resultado que, en la actualidad, en el Jr. La Unión, se registra un tráfico de 156 vehículos en el periodo de conteo, observándose que en este tramo el transporte de pasajeros a través de tráfico ligero es del 100.00 %.

El Índice Medio Diario de igual a 22, menor a 50, por lo que se le considera como un tránsito liviano

Los resultados detallados del estudio de tráfico se presentan en anexos.

### 3.3. Estudio de suelos y diseño del espesor del pavimento

Los trabajos de campo se orientaron a explorar el sub suelo ubicado en la zona del proyecto del distrito de Juan guerra, con una longitud de 4 cuadras, mediante la ejecución de 7 calicatas a cielo abierto, distribuidas en una calicata por cuadra, según norma técnica ASTM D 420, posteriormente se tomaron muestras alteradas para su análisis en ensayos de Laboratorio.

Los resultados en el laboratorio determinan las características físicas y mecánicas de los suelos obtenidos del muestreo, las que sirvieron de base para determinar las características de diseño. También permitió elaborar el perfil estratigráfico de la vía.

Las calicatas se realizaron manualmente con pala y pico a un costado del suelo hasta una profundidad de 1.50 m. Los suelos de arcilla plástica, inorgánica predominan en toda la longitud estudiada. No se evidenció nivel freático.

Los resultados del C.B.R. al 100% de compactación, con adición de cal a la mezcla, son los siguientes:

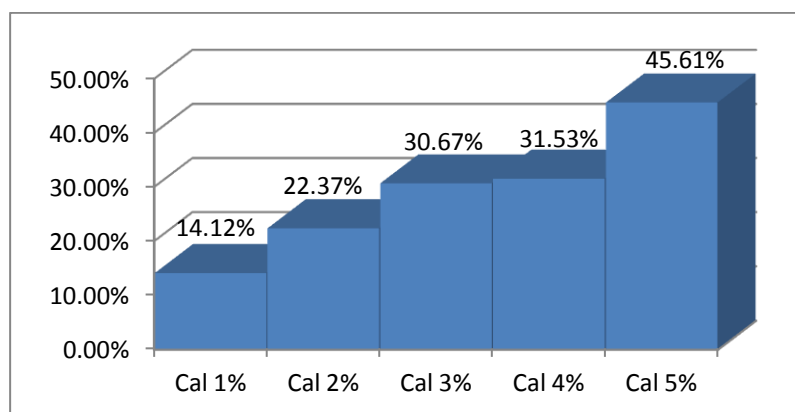


Figura N° 1 Resultados comparativos del CBR

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, los valores de máxima densidad en gr. /cm<sup>3</sup>, obtenidos, son:

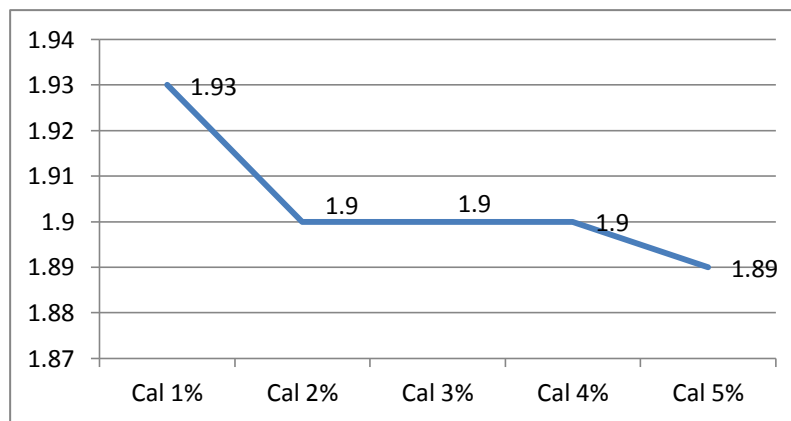


Figura N° 2 Valores de máxima densidad

*Fuente: Elaboración propia*

Con los valores resultantes obtenidos en los ensayos, se ha establecido el 5% como porcentaje óptimo de cal a utilizarse en la mezcla suelo – cal para estabilizar la subrasante de la zona estudiada. Para este contenido de cal en la muestra la densidad de compactación máxima tiende a estabilizarse en 1.89 gr/cm<sup>3</sup> y aumentar el contenido óptimo de agua, al igual que el peso volumétrico de la muestra.

Los resultados del estudio se suelos se presentan en el Anexo N° 3, que incluye la Memoria Descriptiva, los análisis granulométricos, los ensayos CBR, Proctor y los perfiles estratigráficos; que detallan las propiedades geo - mecánicas de los suelos y los tipos de suelos donde se proyecta el trazo del pavimento.

Asimismo, con estos resultados técnicos se tiene un diseño de pavimento, establecido para el caso de pavimento con subrasante natural, un espesor óptimo del pavimento rígido en  $d = (6 \text{ pulgadas})$ , Sub base granular con  $h = 15 \text{ cm}$  y  $\text{CBR} = 5.88\%$  al 95% de la máxima densidad seca del proctor modificado; y, para el caso de pavimento con adición de Cal, un pavimento rígido de 16.60 de espesor, sin sub base y subrasante con adición de 5% de Cal,  $\text{CBR} = 45.61\%$  de la máxima densidad seca (100%) del proctor modificado.

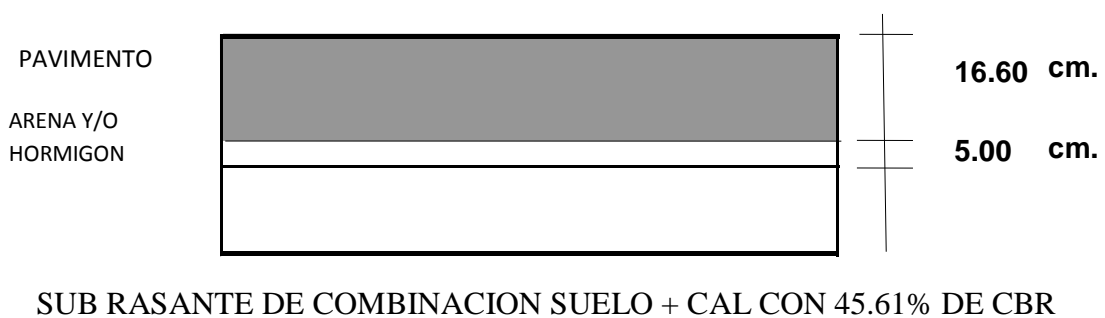
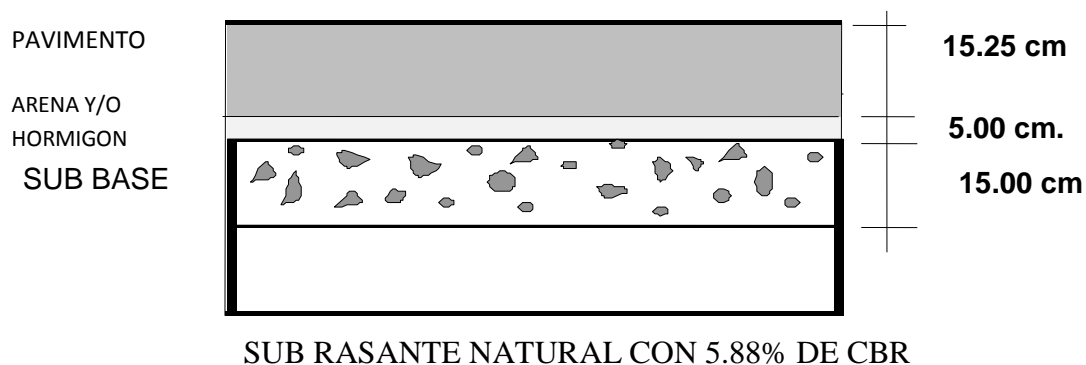


Figura N° 3 Estructuración de pavimento

*Fuente: Elaboración propia*

Los detalles de Memoria del diseño del pavimento rígido se detallan en anexos

### 3.4. Propuesta de medidas de mitigación ante la probabilidad de impactos ambientales.

La vía en estudio está considerada como espacio público urbano, por lo que está definida como zona accesible para todos los pobladores del lugar y otros usuarios ocasionales, es por tanto es un área pública de responsabilidad colectiva donde se realiza una evaluación ambiental que tiene como objetivo identificar y definir medidas de mitigación de los impactos ambientales que

pudieran generarse en las etapas de ejecución y operación de la construcción del proyecto.

En el estudio se tiene en consideración las normas nacionales en materia de evaluación ambiental, además de las Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras del MTC (EG – 2000), en lo relacionado con la protección ambiental señalada en el Capítulo 9, en las secciones de: Capa Superficial de Suelo; Plantas, Árboles, Arbustos, Fuentes de Agua; Depósito de Desechos; y, Recuperación Ambiental de Áreas Afectadas

Se considera que los elementos ambientales que sufren impactos adversos significativos en el proceso constructivo son el aire y el suelo. En el estudio se propone acciones de mitigación de Impactos Ambientales, para limitar la magnitud de estos impactos adversos.

Una de las medidas consideradas es el proceso de arborización y jardinería en el área del proyecto con el propósito de compensar la contaminación por emisiones de humo, que incluye actividades de preparación del suelo, siembra, riego y fertilización; teniendo en cuenta que los residuos vegetales deberán disponerse en botaderos autorizados por la Municipalidad de Juan Guerra, sin considerar la posibilidad de ser quemados.

Además, se propone un plan de capacitación en aspectos ambientales, de salud y seguridad, que contiene orientaciones específicas para cada una de las actividades del proyecto, procurando la mayor participación de todos los involucrados en el proyecto.

El desarrollo íntegro del estudio ambiental, se detalla en anexos

### **3.5. Estudio de costos y presupuestos del proyecto**

Realizados los análisis de costos unitarios y presupuestos para ambas alternativas de pavimento, se tiene como resultante:

Tabla N° 2 Comparativo de costos directos

Ítem	Descripción	Costo Directo S/.	
		Sin cal	Con cal
01	PAVIMENTO RIGIDO	182.56	150.69
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES	2.82	2.58
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS	6.25	2.93
01.03	PAVIMENTO	173.49	145.18

*Fuente: Presupuesto de obra*

En los trabajos preliminares, existe un costo mayor para el caso del pavimento rígido sin cal, porque en las labores de trazo y replanteo se adiciona un peón más.

En el movimiento de tierras, corte superficial con maquinaria, también existe un costo mayor para el pavimento sin cal, porque los trabajos eliminación de material excedente y perfilado y compactado en zona de corte, para base y sub base originan mayor costo en maquinaria y mano de obra

En el caso del pavimento, con el uso solo de concreto sin adición de cal, el costo se incrementa con la preparación y transporte de material de sub base y base a obra, así como con los trabajos de conformación y compactación de la sub base, que implican mayor uso de maquinaria y mano de obra.

En suma, los costos directos para el pavimento con adición de cal, tiene un monto menor de S/. 31.87 por metro cuadrado de pavimento, sustentado básicamente en que se reduce costos al no ser necesario de la construcción de subbase.

Las hojas de presupuesto en ambas alternativas, así como los análisis de precios unitarios, que sustentan esta información, se presentan en anexos.

### **3.6. Contrastación de la hipótesis propuesta**

Tomando en cuenta los resultados de los ensayos realizados y los valores obtenidos en función a las bondades que estos ofrecen para una mezcla de pavimentos, se tiene los siguientes valores:

Tabla N° 3 Resultados de propiedades físicas y mecánicas

Ensayos	Suelo natural	Cal 5%
Granulometría ASTM D - 422		
% pasa la malla N° 4	100.00%	100.00%
% pasa la malla N° 10	99.92%	99.99%
% pasa la malla N° 40	99.67%	99.50%
% pasa la malla N° 200	98.26%	96.28%
Límites de Consistencias - ASTM D - 4318		
Límite Líquido	44.74	33.27
Límite Plástico	26.30	25.69
Índice de Plasticidad	18.44	7.68
Próctor Modificado - ASTM D-1557		
Máxima Densidad Seca	1.85	1.89
Humedad Óptima %	11.60	11.40
Valor Soporte Relativo (C.B.R.) ASTM - D 1883		
C.B.R. AL 100% de compactación	8.48%	45.61%
C.B.R. AL 95% de compactación	5.88%	38.10%

*Fuente: Pruebas de laboratorio de suelos*

Estos valores obtenidos fueron llevados a una prueba paramétrica de signos que permite determinar las diferencias de los datos de los dos tipos de muestras, de suelo natural y suelo con adición de cal, con respecto al valor dado de la mediana y se cuentan los signos positivos y negativos.

Como resultados se tiene los siguientes datos:

Tabla N° 4 Frecuencias

		N
Cal - Natural	Diferencias negativas <sup>a</sup>	0
	Diferencias positivas <sup>b</sup>	7
	Empates <sup>c</sup>	4
	Total	11

a. Cal < Natural

b. Cal > Natural

c. Cal = Natural

Fuente: *Propiedades físico mecánicas*

Existen siete diferencias positivas de las propiedades físicas y mecánicas mayores en los valores de suelo con adición de cal al 5% (b), relacionadas con los límites de Consistencias, los valores del próctor modificado y los valores de soporte relativo (C.B.R.) que otorgan mayores bondades técnicas a la propuesta. También se observa cuatro diferencias consideradas como empates, relacionadas con la granulometría del porcentaje que pasa por las mallas, donde no se han presentado cambios significativos en ambas condiciones del suelo.

Tabla N° 5 Prueba de hipótesis

**Resumen de contrastes de hipótesis**

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
<b>1</b>	La mediana de las diferencias entre Natural y Cal es igual a 0.	Prueba de signos para muestras relacionadas	,016 <sup>1</sup>	Rechace la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

<sup>1</sup>Se muestra la significación exacta para esta prueba.

Fuente: *Propiedades físico mecánicas analizadas*



Las hipótesis propuestas en el estudio son las siguientes

Hipótesis nula: No existe efecto alguno en la aplicación de cal a la subrasante en el diseño de pavimento rígido del Jirón La Unión de Juan Guerra-San Martín, 2016; las variables son independientes

Hipótesis alterna: El efecto de la aplicación de cal a la subrasante es la reducción del espesor en el diseño de pavimento rígido del Jirón La Unión de Juan Guerra-San Martín, 2016.

Se acepta la Hipótesis Nula ( $H_0$ ) si el Valor  $p > 0.05$ .

Se acepta la Hipótesis Alterna ( $H_a$ ) si el Valor  $p < 0.05$

El estadístico de prueba muestra que la significación bilateral, valor de  $p = 0.016$ , menor al estadístico  $0.05$ , por tanto existe evidencia estadística suficiente rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna, afirmando que ambas variables no son independientes, estas asociadas en una relación de dependencia, por lo que a mayor adición de cal a la subrasante presenta mayores condiciones se tendrá en el suelo natural; implica entonces mejoras en su composición, por lo es posible la reducción del espesor en el diseño de pavimento rígido del Jirón La Unión de Juan Guerra-San Martín.

#### **IV. DISCUSIÓN**

Los resultados de la investigación muestran que el valor del C.B.R. en la zona de estudio ha tenido una variación al 95% de compactación, de 5.88% en el terreno de fundación – Subrasante natural, al 45.61% en el suelo de la subrasante con adición de cal al 5%; sin duda estos resultados son positivos para el estudio, que coinciden con la investigación de Ruano y Robin (2012) realizada en Guatemala, donde obtuvo un valor de CBR de 52,6% a 91,5%, que es considerado como significativo margen de valores para seleccionar de acuerdo al uso que se requiera aplicar.

Esto implica que las propiedades del suelo se ven mejoradas con la adición de cal en la subrasante de un pavimento; así también lo sostienen Beltrán y Copado (2011), en su estudio realizado en México, donde concluye que la estabilización química mezclando cal con la arcilla genera una mejoría en sus propiedades, además de un mejor comportamiento, mejor manejabilidad, y una reacción química inmediatamente.

Estas bondades de la aplicación de cal en el suelo natural también son confirmadas en la investigación realizada por Angulo en la Universidad de Piura, al comprobar que el mejoramiento del comportamiento de un suelo arcilloso de deficitaria calidad, se genera al agregar determinados porcentajes de cal, tomando en consideración que el suelo hará la función de subrasante al interior de la estructura de un pavimento

Como se puede observar en los resultados de los valores logrados los porcentajes de cal disminuyen la plasticidad, permitiendo el incremento del valor de soporte, generando una capa protectora contra la afectación que puede traer el agua, resultado respaldado por los documentos normativos del MTC (2013 b), cuando se afirma que todo suelo sometido a procesos de estabilización experimenta cambios de sus características internas, generando mayores niveles de resistencia y estabilidad en forma permanente, principalmente en lo referido a su comportamiento frente a la acción del agua

Se puede concluir en que la adición de cal permite ir de un suelo de baja calidad a uno de buena calidad, con porcentajes adecuados de adición, de forma que tenga un mejor comportamiento como subrasante

## V. CONCLUSIONES

- 5.1 La aplicación de cal en la subrasante natural para el diseño de pavimento rígido en el jirón La Unión de Juan Guerra-San Martín, arroja resultados positivos con el incremento de los valores del CBR, posibilitando la reducción del espesor en el diseño de pavimento rígido.
- 5.2 El estudio topográfico de la vía donde se proyecta el pavimento, permitió evaluar las condiciones físicas del terreno, aplicándose el trazo de la vía, la nivelación de BMs; nivelación y seccionamiento del eje de la vía, y los levantamientos topográficos complementarios
- 5.3 El estudio de tráfico, realizado con la evaluación de los volúmenes de tráfico en la zona de estudio registra un Índice Medio Diario de 156 vehículos diarios, observándose que el transporte de pasajeros a través de tráfico ligero es del 100 %; obteniéndose un índice de tránsito igual a 22, por lo que se considera a la vía como de un tránsito liviano
- 5.4 En el Estudio de Mecánica de Suelos se ha obtenido valores de C.B.R. al 95% de compactación de suelo natural, de 5.88% y con adición de cal en un valor de 45.61% al 100% de compactación.
- 5.5 El diseño definitivo del pavimento rígido, con la aplicación de cal en la subrasante, permite tener a esta subrasante con mejores propiedades de comportamiento para el uso de espesores menores del pavimento.
- 5.6 Las propuestas de arborización y capacitación ambiental permiten mitigar la probabilidad de los impactos ambientales que se generan en este tipo de obras de pavimentación.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- 6.1 Se debe tomar en cuenta en la aplicación de cal en la subrasante natural, con el 5%, con un C.B.R de 45.61% al 100% de compactación, para el diseño de pavimento rígido en el jirón La Unión de Juan Guerra-San Martín, los resultados obtenidos en el presente estudio para lograr mejores condiciones del suelo.
- 6.2 Se debe lastrar, escarificar el terreno de fundación- sub rasante natural 15.00 cm, para la estabilización, y adherir el 5% de cal, luego mezclar batir uniformizar, compactar el suelo estabilizado, realizar el control de calidad, pruebas de compactación del suelo al 100% de la máxima densidad seca del proctor modificado, para luego colocar la capa anticontaminante 5.00 cm, de arena gruesa y/o hormigón zarandeado, luego encofrar y vaciar el concreto hidráulico
- 6.3 Los levantamientos topográficos realizados en la vía en estudio deben servir para el diseño definitivo del pavimento a cargo de la autoridad del gobierno local de Juan Guerra.
- 6.4 Dependiendo del periodo de construcción a ejecutarse debe verificarse los volúmenes de tráfico en la zona de estudio, porque pueden sufrir variaciones, condicionadas por el estado de desarrollo de la zona de influencia.
- 6.5 Los valores de C.B.R. obtenidos al 100% y 95% de compactación de suelo natural, pueden ser tomados en cuenta para otras obras de pavimentación que se tienen planificadas en la localidad del estudio.
- 6.6 Debe tenerse en consideración que, al reducir el espesor del pavimento con las mejores condiciones de la subrasante, entonces existe reducción de los costos de un proyecto, por lo que esta situación debe evaluarse también para otros proyectos de pavimentación.

6.7 En las propuestas de arborización para mitigar la probabilidad de los impactos ambientales debe procurarse la participación comunal, a fin de darle sostenibilidad al proyecto.

## VII. REFERENCIAS

ANGULO, Rommel Fernando. *Estabilización de subrasantes con cal*. Tesis de pre grado. Perú: Universidad de Piura, 2014

ARREDONDO y VERDU, Francisco. *Yesos y cales*. Madrid: Servicio de publicaciones revista de obras públicas. E.T.S. Ingenieros de Caminos, 1.991.

BELTRÁN, Mario & COPADO, José. *Estabilización de un suelo arcilloso con cal hidratada, para ser utilizada como capa subrasante de pavimentos en la colonia San Juan Capistrano de Ciudad Obregón, Son.* Tesis de pre grado. México: Instituto Tecnológico de Sonora, 2011.

PÉREZ, Rocío del Carmen. *Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada y/o sub base de pavimentos*. Lima-Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2012

MINAYA, Silena & ORDOÑEZ, Abel. *Diseño Moderno de Pavimentos Asfálticos*. Perú: Publicaciones Universidad Nacional de Ingeniería, 2006.

Ministerio de Economía y Finanzas. *Guía Simplificada para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Rehabilitación y Mejoramiento de Caminos Vecinales, a Nivel de Perfil*. Lima, Perú. 2013.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. *Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción*. Perú, 2013 a.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. *Manual de Carreteras. Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. Lima, Perú. 2013 b.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. *Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial* aprobado por D.S. N° 034-2008-MTC. 2008

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. *Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Caminos De Bajo Volumen De Tránsito*. Perú, 2005

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. *NTP 334.125:2002; Cal viva y cal hidratada para estabilización de suelos*. Perú, 2002.

RIVAS, Ezequiel. *Ensayos de Laboratorio necesarios para el Control de Calidad de Pavimentos Afirmados*. Perú: MTC, Oficina de Apoyo Tecnológico, 2006.

RUANO, Denis. *Estabilización de suelos cohesivos por medio de arenas volcánicas y cal viva*. Tesis de pre grado. Guatemala: Universidad de San Carlos, 2012.

VÁSQUEZ, Jaime. *Estabilización de suelos cohesivos con cales*. Tesis de pre grado. Chile. Universidad Andrés Bello, 2008



# **ANEXOS**

## **ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

TÍTULO: Aplicación de cal en la subrasante para el diseño de pavimento rígido, Juan Guerra-San Martín, 2016			
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
¿Qué efecto produce la aplicación de cal en la subrasante natural, para el diseño de pavimento rígido en el Jirón La Unión de Juan Guerra-San Martín, 2016?	<p><b>GENERAL</b> Determinar el efecto de la aplicación de cal en la subrasante natural para el diseño de pavimento rígido en el jirón La Unión de Juan Guerra-San Martín, 2016.</p> <p><b>ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejecutar el estudio topográfico de la vía donde se proyecta el pavimento, que permita evaluar las características físicas del terreno.</li> <li>• Efectuar el estudio de tráfico, por medio de la evaluación del tránsito existente en la zona de estudio, determinando el valor del Índice Medio Diario (IMD).</li> <li>• Realizar el Estudio de Mecánica de Suelos y la compactación de la subrasante natural con los ensayos de las propiedades físicas y mecánicas tanto in situ como en laboratorio.</li> <li>• Realizar el diseño definitivo del pavimento rígido, con la aplicación de cal en la subrasante, verificando la influencia de la aplicación de diferentes contenidos de cal adicionados al suelo sobre el espesor de la losa de concreto del pavimento rígido, en el lugar de estudio de proyecto.</li> <li>• Proponer las medidas de mitigación ante la probabilidad de los impactos ambientales que tendrá la propuesta de mejoramiento del pavimento.</li> <li>• Realizar el estudio de costos y presupuestos del proyecto, a nivel comparativo, con o sin la aplicación de cal</li> </ul>	El efecto de la aplicación de cal a la subrasante es la posible reducción del espesor en el diseño de pavimento rígido del Jirón La Unión de Juan Guerra-San Martín, 2017	TECNICAS
			Observación, medición, nivelación, trazo,
			Muestreo del material y recolección de datos a estudiar
			Ensayos in situ y de Laboratorio
			INSTRUMENTOS
			Equipos Topográficos, cámara fotográfica.
			Equipos, materiales y herramientas
Fichas de Laboratorio			
DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN Y MUESTRA	VARIABLES Y DIMENSIONES	
Pre experimental con evaluación posterior	Población	VARIABLES	DIMENSIONES
	750 metros lineales del tramo vial del Jirón La Unión, en el distrito de Juan Guerra-San Martín	Aplicación de Cal en subrasante	Suelo
	Muestra	Diseño de pavimento rígido	Ensayos
	Representada por la misma población		Factores de diseño
			Procedimiento

**Proyecto** : Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016  
**Localización** : Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín  
**Muestra** : Suelo Natural (T.D.F.) + Combinación de 1% de cal Hidratada  
**Material** :  
**Para Uso** : Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido  
**Perforación** :  
**Hecho Por** : Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López

**Kilometraje:** \_\_\_\_\_ -  
**Prof. de Muestra:** \_\_\_\_\_  
**Fecha:** \_\_\_\_\_

**DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO grs			
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
PROMEDIO % DE HUMEDAD			

**PESO ESPECÍFICO ASTM D - 854**

TARRO	1	2	3
PESO FRASCO+AGUA+SUELO			
PESO FRASCO+AGUA			
PESO SUELO SECO			
PESO SUELO EN AGUA			
VOLUMEN DEL SUELO			
PESO ESPECIFICO			
PROMEDIO			

**DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO ASTM D - 2937**

ENSAYO	1	2	3
PESO DE MOLDE Grs			
PESO DEL SUELO + MOLDE Grs			
PESO DEL SUELO SECO Grs			
VOLUMEN DEL MOLDE Grs./cm3			
PESO VOLUMETRICO Grs/cm3			
PROMEDIO Grs/cm3			

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422**

Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	
Ø	(mm)						
5"	127.00						
4"	101.60						
3"	76.20						
2"	50.80						
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
Nº 4	4.760						
Nº 8	2.380						
Nº 10	2.000						
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840						
Nº 30	0.590						
Nº 40	0.426						
Nº 50	0.297						
Nº 60	0.250						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.149						
Nº 200	0.074						
Fondo	0.01						
<b>PESO INICIAL</b>							

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D - 4318**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO grs			
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
NUMERO DE GOLPES			

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D - 4318**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO grs			
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
% PROMEDIO			

**CONTROL DE COMPACTACIÓN - METODO CONO DE ARENA**

**MTC E 117-2000 - AASHTO T 191-92 - ASTM D 1556**

**Proyecto** : Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra-San Martín, 2016

**Localización** : Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín

**Analizado** : Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López

**Fecha:**

**Suelo** :

**Capa:**

HUECOS DE PRUEBA No. (PROGRESIVA)	FECHA DE MUESTREO					UNID
	Jr. La Unión Cdra1	Jr. La Unión Cdra2	Jr. La Unión Cdra3	Jr. La Unión Cdra4	Jr. La Unión Cdra5	
1.- PESO SUELO HUMEDAD DEL HUECO MAS DEPOSITO						
2.- PESO DEL DEPOSITO						
3.- PESO DEL SUELO HÚMEDO DEL HUECO						
4.- PESO DE LA ARENA MAS EL FRASCO						
5.- PESO DE LA ARENA QUE QUEDA EN EL FRASCO						
6.- PESO ARENA DEL HUECO MAS PESO ARENA CONO						
7.- PESO ARENA DEL CONO						
8.- PESO ARENA DEL HUECO						
9.- DENSIDAD DE LA ARENA						
10.- VOLUMEN DEL HUECO						
11.- PESO DE LA GRAVA SECADA AL AIRE						
12.- VOLUMEN DE LO SECADO AL AIRE (Peso Especifico)						
13.- VOLUMEN DE LA GRAVA POR DESOLAMIENTO						
14.- PESO DEL SUELO HÚMEDO						
15.- VOLUMEN DEL SUELO						
16.- DENSIDAD SUELO HÚMEDO						
17.- HUMEDAD CONTENIDA DEL SUELO						
18.- DENSIDAD DEL SUELO SECO						
19.- MÁXIMA DENSIDAD DETERMINADA EN CURVA						
20.- PORCENTAJE DE COMPACTACIÓN						





## INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

### DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : Rodríguez Chávez, Jorge Luis  
 Institución donde labora : Universidad César Vallejo  
 Especialidad : Mg. Docente Universitario  
 Instrumento de evaluación : Ficha de laboratorio (Ficha técnica de aplicación Cal.)  
 Autor (s) del instrumento (s) : Velarde Pezo López

### ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>Aplicación de Cal en subrasante</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					Y
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>Aplicación de Cal en subrasante</b>				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable Aplicación de Cal en subrasante de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					Y
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					Y
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					Y
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>Aplicación de Cal en subrasante</b>					Y
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					Y
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					Y
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						48

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

### OPINIÓN DE APLICABILIDAD

EL INSTRUMENTO ES VÁLIDO, PUEDE SER APLICADO.

PROMEDIO DE VALORACIÓN

48

Tarapoto, 10 de noviembre de 2016

  
 .....  
 Mg. Jorge L. Rodríguez Chávez  
 ASESOR METODOLÓGICO  
 CPPo N° 2307148891

**INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

**DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto : Rodríguez Chávez, Jorge Luis  
 Institución donde labora : Universidad Cesar Vallejo  
 Especialidad : Mg. Docencia Universitaria  
 Instrumento de evaluación : Ficha de laboratorio (Estructura de pavimento)  
 Autor (s) del instrumento (s) : Velarde Pezo López

**ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

**MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)**

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					5
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>Diseño de pavimento rígido</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					5
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>Diseño de pavimento rígido</b>					5
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable: <b>Diseño de pavimento rígido</b> de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					5
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					5
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					5
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					5
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>Diseño de pavimento rígido</b>				5	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					5
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					5
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						49

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

**EL INSTRUMENTO ES VÁLIDO, PUEDE SER APLICADO.**

**PROMEDIO DE VALORACIÓN**

49

Tarapoto, 10 de noviembre de 2016

  
 .....  
 Mg. Jorge L. Rodríguez Chávez  
 ASESOR METODOLÓGICO  
 CPPe N° 2301148691

**INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

**DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto : Pezo Perea Velarde  
 Institución donde labora : I.S.T. Nor Oriental de la Selva  
 Especialidad : Ingeniero Civil  
 Instrumento de evaluación : Ficha de Laboratorio (Ficha Técnica de Aplicación de Cal)  
 Autor (s) del instrumento (s) : Velarde Pezo López

**ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

**MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)**

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>Aplicación de Cal en subrasante</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>Aplicación de Cal en subrasante</b>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable Aplicación de Cal en subrasante de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>Aplicación de Cal en subrasante</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						49

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

**EL INSTRUMENTO ES VÁLIDO, PUEDE SER APLICADO.**

**PROMEDIO DE VALORACIÓN**

49

Tarapoto, 10 de noviembre de 2016

  
 .....  
**Velarde Pezo Perea**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. N° 121996

**INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

**DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto : Pezo Perea Velarde  
 Institución donde labora : I.S.T. Nor Oriental de la Selva  
 Especialidad : Ingeniero Civil  
 Instrumento de evaluación : Ficha de Laboratorio (Estructura de Pavimento)  
 Autor (s) del instrumento (s) : Velarde Pezo López

**ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

**MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)**

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>Diseño de pavimento rígido</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>Diseño de pavimento rígido</b>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable: <b>Diseño de pavimento rígido</b> de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>Diseño de pavimento rígido</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>					49	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

EL INSTRUMENTO ES VÁLIDO, PUEDE SER APLICADO.

PROMEDIO DE VALORACIÓN

49

Tarapoto, 10 de noviembre de 2016

  
 -----  
**Velarde Pezo Perea**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. C.I.P. N° 121996

**INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

**DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto : Carlos Saavedra Salas  
 Institución donde labora : I.S.T. Nor Oriental de la Selva  
 Especialidad : Ingeniero Civil  
 Instrumento de evaluación : Ficha de Laboratorio (Ficha Técnica de Aplicación de Cal)  
 Autor (s) del instrumento (s) : Velarde Pezo López

**ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

**MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)**

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>Aplicación de Cal en subrasante</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>Aplicación de Cal en subrasante</b>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable Aplicación de Cal en subrasante de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>Aplicación de Cal en subrasante</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

**EL INSTRUMENTO ES VÁLIDO, PUEDE SER APLICADO.**

**PROMEDIO DE VALORACIÓN**

49

Tarapoto, 10 de noviembre de 2016



**INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

**DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto : Carlos Saavedra Salas  
 Institución donde labora : I.S.T. Nor Oriental de la Selva  
 Especialidad : Ingeniero Civil  
 Instrumento de evaluación : Ficha de Laboratorio (Estructura de Pavimento)  
 Autor (s) del instrumento (s) : Velarde Pezo López

**ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

**MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)**

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>Diseño de pavimento rígido</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>Diseño de pavimento rígido</b>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable: <b>Diseño de pavimento rígido</b> de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>Diseño de pavimento rígido</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

**EL INSTRUMENTO ES VÁLIDO, PUEDE SER APLICADO.**

**PROMEDIO DE VALORACIÓN**

48

Tarapoto, 10 de noviembre de 2016


# **ESTUDIO TOPOGRAFICO**

# INFORME DE ESTUDIO TOPOGRAFICO

## 1.0 GENERALIDADES

### Nombre:

Aplicación de cal en sub rasante para el diseño de pavimento rígido en Jr. la Unión –Juan Guerra-San Martin, 2016.

## 1.1 Datos generales

### Ubicación:

El área de estudio se ubica en:

Región: San Martin.

Departamento: San Martin.

Provincia: San Martin.

Distrito: Juan Guerra.

Calle: Jr. La Unión.

## 1.2 Objeto del Estudio.

El objetivo del presente Informe, es describir y proporcionar los resultados de la información técnica necesaria para el estudio de **aplicación de cal en sub rasante para el diseño de pavimento rígido en Jr. la Unión –Juan Guerra-San Martin-2016”**

Con el fin de determinar las características indispensables para la buena ejecución del diseño.

## 1.3 Descripción del trabajo de topografía.

El presente trabajo de topografía contempla los siguientes:

PLANIMETRIA: Utilizando un teodolito electrónico, se ha realizado el trazo de la poligonal de apoyo, sobre el cual se ha ubicado los puntos de estaciones, desde los cuales se ha realizado un levantamiento taquimétrico, levantamiento de las esquinas de manzanas y ejes de calles, los postes de energía eléctrica, cunetas, buzones de alcantarillados, alcantarillas de pase vehicular, mediciones de los frentes de cada lote en todas las manzanas.



**NIVELACION:** Utilizando un nivel de precisión se ha realizado el estacado de eje de la vía, cada 10m, sobre el cual se realizó una nivelación geométrica compuesta. Partiendo desde un BM, ubicado a la altura de la progresiva 0+020 a 4m del eje, en esquina de vereda de casa.

**SECCIONES TRANSVERSALES:** Utilizando un eclímetro, se ha realizado el seccionamiento transversal de eje de la vía, en cada 10m, desde el eje longitudinal hasta el límite de propiedad ambos lados, utilizando eclímetro, midiendo, lecturas de ángulos y distancias.

**MEDICION DE LOTES Y MANZANAS:** Utilizando un Wincha de 50m, se ha realizado las mediciones del frente de cada lote, y detallando las veredas de cada casa.

#### **1.4 Descripción de la calle en estudio.**

La zona levantada contempla los siguientes:

**ANCHO DE LA CALLE:** El ancho de la calle es variado con medidas que van desde 12.95m hasta 13.50m.

**ARBOLIZACION:** Algunas casas cuentan con árboles ornamentales, con especies como son el ficus, crotón, palmeras.

**MATERIAL PREDOMINANTE EN VIVIENDAS:** El material predominante, el ladrillo de concreto, en los muros, cobertura de calamina ondulada, estructura de techo con tijeral de madera con cuadrada, veredas de concreto.

**EQUIPAMIENTO:** Dentro los equipamientos, de la calle UNION, e encuentra una institución educativa primaria, institución educativa inicial, losa deportiva, tiendas de venta de abarrotes.

**DRENAJE PLUVIAL.** Cuenta con drenaje pluvial cuneta de concreto de 316.87m, de forma geométrica variado, triangular y rectangular.

**SERVICIO DE ALCANTARILLADO:** El jr. La UNION, cuenta con servicio de alcantarillado sanitario.

**SERVICIO DE AGUA POTABLE:** Cuenta con el servicio de agua potable a domicilio.

**SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA,** Cuenta con servicio de energía eléctrica las 24 horas del día.

**SERVICIO DE COMUNICACIÓN:** cuenta con el servicio de comunicación de radio, tv, telefonía, cable.

### 1.5 Ubicación del área de estudio

El área de estudio, se encuentra ubicado en la región San Martín, provincia de San Martín y Distrito de Juan Guerra.

La zona está limitada con las siguientes coordenadas **U.T.M.** (Unidad de medida transversal).

ESTE 353348.20 NORTE 9272512.16

ESTE 353179.18 NORTE 9271994.97

Gráfico N°1

VERTICE	COORDENADAS U.T.M.	
	Este	Norte
E1	353348.26	9272512.16
E2	353331.16	9272457.21
E3	353302.10	9272356.57
E4	353253.37	9272207.90
E5	353222.42	9272119.29
E6	353179.18	9271994.97

### 2.0 METODOLOGIA DEL TRABAJO

En la metodología de los trabajos topográficos se ha comprendido las siguientes etapas:

- a. Etapa Preliminar.
- b. Etapa de Trabajo de Campo.
- c. Etapa de Gabinete.

### 3.0 ETAPA PRELIMINAR

Comprende las siguientes actividades:

- Recopilación de información existente.
- Colocación de BM auxiliares.
- Reconocimiento del terreno (zona que abarca el proyecto).

### 3.1 Recopilación de información existente

Se han obtenido:

- Planos de catastral (COFOPRI).
- Croquis elaborado inicialmente por el equipo técnico.

### 3.2 Reconocimiento del terreno

Con la información obtenida se ha efectuado un reconocimiento del área del proyecto, realizando un croquis, ubicando los posibles puntos de estaciones y BM, viendo los detalles, de las esquinas de manzanas y cunetas existentes.

### 4.0 TRABAJOS DE CAMPO.

Los trabajos de campo han consistido en las siguientes actividades:

- Ubicación y estacado de estaciones y BMs.
- Mediciones angulares.
- Mediciones de distancias.
- Nivelación y medida de la poligonal.
- Relleno de puntos topográficos.

#### 4.1 Proceso de levantamiento Topográfico

La cota de inicio se ha tenido como referencia a la altura que marco el GPS en la primera estación siendo de 301.5 m.s.n.m., Cuyas coordenadas UTM es las siguientes:

ESTE = 353 348.00m

NORTE= 9 272 512.00m

#### Levantamiento topográfico.

Se ha estacionado el equipo en el punto de E1, tomando los datos de estación, como son la cota, las coordenadas UTM's Norte y Este, la altura del instrumento.

Se visó el primer punto que es BM, haciendo coincidir la altura del instrumento en la mira, y colocando el Angulo horizontal 00°00'00", anotando la lectura del Angulo horizontal, Angulo vertical, hilo superior e hilo inferior.

Luego se comenzó a visar los demás puntos, siempre haciendo coincidir la altura del instrumento

En la mira, y luego anotar, el ángulo horizontal, ángulo vertical, hilos superiores e hilos inferiores, y la descripción del punto visado.

El punto de cambio de estación, es el último punto a visado, luego de trasladar e estacionar el equipo en el punto de estación, el primer punto visado es la E1, haciendo el Angulo horizontal en 00°00'00", luego se anota la altura del instrumento, para luego iniciar a visar los demás puntos, siempre haciendo coincidir el hilo medio con la altura del instrumento en la mira, el último punto visado es la E2.

#### 4.2 Instrumentos utilizados

**Teodolito electrónico Total Marca TOPCON**, Cuyas especificaciones técnicas son las siguientes:

- Precisión angular: 7"
- Resolución angular de pantalla: 1"
- Memoria interna : 24,000 puntos
- Alcance longitudinal : GPT1=3,500m c/1prisma \*
- Precisión lineal : Estándar 1.5mm+2 ppm tip. 2.4 seg
- Aumentos del antejo : 30x.

#### **Nivel automático marca TOPCON**

- Error de nivelación:  $\pm 1\text{mm/km}$
- Mínima distancia: 0,8m
- Constante: 100m
- Aumento: 32x veces.

#### 4.3 Equipos Complementarios

- Prisma
- Trípode
- Mira
- Winchas,
- Brújula
- 02 equipo de comunicación.

#### 4.4 Equipo de gabinete

- Laptop DELL inspiron 15R Core i7
- Impresora de inyección
- Plotter HEWLETT PACKARD Design Jet 110

#### 4.5 Mediciones de la poligonal principal

Para el cálculo de la Poligonal Principal se han efectuado las siguientes mediciones angulares y de distancias:

- Medición de direcciones horizontales (ángulos horizontales).
- Medición de distancias Cénitales (ángulos verticales).
- Medición electrónica de distancias (distancias inclinadas).

#### 4.6 Medición de Puntos Taquimétricos

Luego de realizar las mediciones mediante BM's establecidos y monumentados, se ha procedido al levantamiento de detalles taquimétricos, utilizando la Estación total, la cual nos proporciona las lecturas de coordenadas de todos los puntos físicos del terreno para su posterior edición en el formato CAD.

### 5.0 TRABAJOS DE GABINETE

#### 5.1 Procesamiento de la información de campo

La información tomada en el campo fue calculada en la libreta electrónica del Excel, y luego hecho un copiado especial, para luego ser importado al software AIDC NS., con el programa se calcularon el alineamiento, el perfil, las curvas de nivel, coordenadas y la colocación del formato y escalas se hizo en el AUTOCAD 2014.

#### 5.2 Confección del Plano a curvas de nivel

Con el uso del programa "AIDC NS", se procesaron los datos para la elaboración del "Planos de Curvas de Nivel", de acuerdo a las necesidades del Proyecto.

De esta manera se confeccionaron los planos en una plataforma que consideramos estándar como es el **AUTOCAD 2,014**

### 6.0 DATOS TOPOGRAFICOS

N	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
1	353348.00	9272512.00	301.188111	E1
2	353340.7013	9272509.313	301.581171	EZQ MZ
3	353325.1741	9272514.338	301.8795723	PROY-MZ
4	353330.5179	9272527.346	301.0619669	PROY-MZ
5	353369.892	9272512.202	302.3943518	PROY-MZ

6	353365.4289	9272501.056	302.6421573	ESQ-MZ
7	353351.6803	9272505.466	302.0948921	EZQ MZ
8	353332.1931	9272460.709	288.5826813	E2
9	353324.0669	9272455.681	287.9344745	EZQ MZ
10	353304.1185	9272462.831	287.4529667	PROY-MZ
11	353309.2638	9272474.543	287.8384352	PROY-MZ
12	353328.1613	9272468.078	288.5249361	PROY-MZ
13	353339.2456	9272459.991	288.8629268	PROY-MZ
14	353302.0856	9272361.171	287.6413797	E3
15	353309.357	9272365.373	287.7719616	ESQ-COL
16	353340.3191	9272355.518	287.8154538	EZQ
17	353336.1317	9272343.411	287.682709	
18	353305.3764	9272353.336	287.7643718	EZQ
19	353294.2421	9272357.477	287.1308041	PROY-MZ
20	353273.2672	9272364.189	286.8058591	PROY-MZ
21	353277.595	9272374.895	286.781744	ESQ-MZ
22	353297.8623	9272368.994	287.3445234	
23	353272.8653	9272268.067	286.3142786	E4
24	353279.9479	9272271.316	286.5591993	EZQ
25	353317.0854	9272259.767	286.9006428	PROY
26	353312.8402	9272249.699	286.8709792	PROY
27	353276.7726	9272260.751	286.0996562	EZQ-MZ
28	353263.7222	9272264.95	285.6918585	EZQ-MZ
29	353244.6591	9272270.95	285.1628279	ESQ-MZ
30	353248.4639	9272281.547	285.5131509	PROY
31	353268.5643	9272275.277	286.1154145	PROY

32	353253.196	9272212.037	285.2858221	E5
33	353260.7538	9272215.467	285.3378504	EZQ-MZ
34	353297.7683	9272201.568	286.1085425	PROY
35	353293.9617	9272191.621	285.8868555	PROY
36	353256.9832	9272204.316	285.3225957	EZQ-MZ
37	353244.601	9272208.006	285.0372263	EZQ-MZ
38	353219.7186	9272217.254	284.4932779	PROY
39	353224.0149	9272228.062	284.7586375	PROY
40	353248.8309	9272219.784	285.014759	EZQ-MZ
41	353222.4406	9272123.755	284.1214128	E6
42	353230.3416	9272127.396	284.2007045	EZQ-MZ
43	353260.1881	9272116.181	284.1447444	PROY
44	353257.9622	9272106.03	283.8850639	PROY
45	353226.8972	9272115.733	283.6665835	EZQ-MZ
46	353214.5675	9272120.102	283.7010411	EZQ-MZ
47	353201.7507	9272123.745	283.6643376	PROY
48	353204.8251	9272136.421	283.842441	PROY
49	353218.9655	9272131.291	284.0067447	EZQ-MZ
50	353200.442	9272061.544	283.1641758	E7
51	353208.3529	9272065.152	282.9459079	EZQ-MZ
52	353230.248	9272057.403	282.680213	PROY
53	353226.1312	9272046.266	282.5950582	PROY
54	353204.1184	9272054.121	282.7975892	EZQ -MZ
55	353192.5204	9272059.067	283.1362497	EZQ -MZ
56	353178.2083	9272064.156	282.6164075	PROY
57	353182.3301	9272074.715	282.8018466	PROY

58	353196.4406	9272069.717	283.1806318	EZQ-MZ
59	353179.3264	9271999.82	281.1279677	E8
60	353187.7112	9272007.389	280.9168795	EZQ-MZ
61	353207.6727	9271998.21	281.6062022	PROY
62	353205.8925	9271987.755	281.9442338	PROY
63	353165.6476	9271998.15	280.6068784	PROY
64	353170.5551	9272012.232	281.2649531	PROY
65	353175.7583	9272010.429	281.3944215	EZQ-MZ


PV	VAT	CI	VAD	COTA
BM	1.35	302.708		301.188
0			1.52	301.188
10			1.612	301.096
20			1.705	301.003
30			0.766	301.942
40			1.826	300.882
50			1.85	300.858
60			1.888	300.82
70			2.058	300.65
80			2.148	300.56
90			2.238	300.47
100			2.338	300.37
110			2.428	300.28
120	2.23	302.42	2.518	300.19
130			2.290	300.13
140			2.350	300.07



150			2.420	300
160			2.400	300.02
170			2.550	299.87
180			2.670	299.75
190			2.800	299.62
200			2.920	299.5
210			3.080	299.34
220			3.260	299.16
230	2.67	301.66	3.430	298.99
240			2.840	298.82
250			3.020	298.64
260			3.000	298.66
270			3.430	298.23
280			3.580	298.08
290			3.730	297.93
300			3.890	297.77
310			4.040	297.62
320			4.010	297.65
330			4.190	297.47
340			4.320	297.34
350			4.450	297.21
360			4.580	297.08
370	1.78	298.73	4.710	296.95
380			1.910	296.82
390			2.030	296.7
400			2.160	296.57

410			2.240	296.49
420			2.720	296.01
430			2.810	295.92
440			2.900	295.83
450			3.030	295.7
460			3.150	295.58
470			3.280	295.45
480			3.310	295.42
490			3.760	294.97
500			4.080	294.65
510			4.460	294.27
520	2.67	296.56	4.840	293.89
530			3.050	293.51
540			3.130	293.43
544.24			3.050	293.51
BM			3.050	293.51

# LEVANTAMIENTO CON TEODOLITO

		TIPO DE TEODOLITO ("D", "N", "Z")						* INGRESE DATOS SOLO EN			
						Z		LAS COLUMNAS CELESTES			
		0	0	0				ESTE	NORTE	COTA	
								353,348.00	9,272,512.00	301.19	
ANGULOS						RESULTADOS					
EST.	PV	HORIZONTAL			VERTICAL			COORD. REALES		ELEV.	DESCRIPCION
		G	M	S	G	M	S	ESTE	NORTE	COTA	
E-1	BM	0	0	0	89	3	24	353348.0000	9272512.0000	301.188	E1
h=1.37	1	69	47	32	93	4	57	353340.7013	9272509.3130	300.769	EZQ MZ
	2	95	50	52	92	47	44	353325.1741	9272514.3380	300.068	PROY-MZ
	3	131	16	38	92	18	33	353330.5179	9272527.3460	300.250	PROY-MZ
	4	269	28	15	88	58	5	353369.8920	9272512.2020	301.582	PROY-MZ
	5	302	7	32	88	12	46	353365.4289	9272501.0560	301.830	ESQ-MZ
	6	330	36	27	89	16	30	353351.6803	9272505.4660	301.283	EZQ MZ
	E2	17	7	42	93	1	37	353332.1931	9272460.7090	288.580	E2
E2	E1	0	0	0	0	0	0	353348.0000	9272512.0000	301.188	
1.415	7	221	7	27	93	52	50	353324.0669	9272455.6810	287.932	EZQ MZ
	8	257	11	40	92	17	52	353304.1185	9272462.8310	287.450	PROY-MZ
	9	283	58	32	91	35	31	353309.2638	9272474.5430	287.836	PROY-MZ
	10	314	11	10	90	23	38	353328.1613	9272468.0780	288.5223	PROY-MZ
	11	78	40	58	87	44	10	353339.2456	9272459.9910	288.8602	PROY-MZ
	E3	179	42	3	90	31	7	353302.0856	9272361.1710	287.639	E3
E3	E2	0	0	0	0	0	0	353332.1931	9272460.7090	288.580	
1.397	12	43	9	2	89	6	33	353309.3570	9272365.3730	287.769	ESQ-COL
	14	81	34	55	89	44	31	353340.3191	9272355.5180	287.813	EZQ
	15	100	43	10	89	56	18	353336.1317	9272343.4110	287.680	
	16	140	23	18	89	10	15	353305.3764	9272353.3360	287.762	EZQ
	17	227	57	2	93	22	13	353294.2421	9272357.4770	287.1281	PROY-MZ
	18	259	8	53	91	39	6	353273.2672	9272364.1890	286.8032	PROY-MZ
	19	282	26	9	91	45	14	353277.5950	9272374.8950	286.7791	ESQ-MZ
	20	314	48	29	91	54	45	353297.8623	9272368.9940	287.342	
	E4	180	35	42	90	46	45	353272.8653	9272268.0670	286.312	E4
E4	E3	0	0	0	0	0	0	353302.0856	9272361.1710	287.639	
1.45	20	47	55	59	88	11	59	353279.9479	9272271.3160	286.5565	EZQ
	21	83	12	24	89	15	12	353317.0854	9272259.7670	286.8980	PROY
	22	97	15	15	89	16	30	353312.8402	9272249.6990	286.8683	PROY
	23	134	28	18	91	28	56	353276.7726	9272260.7510	286.0970	EZQ-MZ
	24	233	45	2	93	41	12	353263.7222	9272264.9500	285.6892	EZQ-MZ
	25	258	24	44	92	19	32	353244.6591	9272270.9500	285.1601	ESQ-MZ
	26	281	29	32	91	38	46	353248.4639	9272281.5470	285.5105	PROY
	27	311	45	28	91	21	25	353268.5643	9272275.2770	286.1127	PROY
	E5	181	55	10	90	59	32	353253.1960	9272212.0370	285.283	E5

E5	E4	0	0	0	0	0	0	353272.8653	9272268.0670	286.312	
1.435	28	46	14	45	89	38	27	353260.7538	9272215.4670	285.335	EZQ-MZ
	29	83	52	27	88	58	14	353297.7683	9272201.5680	286.106	PROY
	30	97	15	30	89	14	41	353293.9617	9272191.6210	285.884	PROY
	31	134	31	42	89	45	18	353256.9832	9272204.3160	285.320	EZQ-MZ
	32	225	31	42	91	30	0	353244.6010	9272208.0060	285.035	EZQ-MZ
	33	259	30	50	91	20	24	353219.7186	9272217.2540	284.491	PROY
	34	279	25	47	90	54	26	353224.0149	9272228.0620	284.756	PROY
	35	311	15	19	91	44	46	353248.8309	9272219.7840	285.0121	EZQ-MZ
	E6	179	51	49	90	42	49	353222.4406	9272123.7550	284.119	E6
E6	E5	0	0	0	0	0	0	353253.1960	9272212.0370	285.283	
1.526	36	46	3	17	89	28	40	353230.3416	9272127.3960	284.198	EZQ-MZ
	37	82	8	22	89	57	55	353260.1881	9272116.1810	284.142	PROY
	38	97	18	44	90	20	28	353257.9622	9272106.0300	283.882	PROY
	39	131	44	28	92	50	14	353226.8972	9272115.7330	283.664	EZQ-MZ
	40	225	53	52	92	46	22	353214.5675	9272120.1020	283.698	EZQ-MZ
	41	250	45	46	91	15	56	353201.7507	9272123.7450	283.662	PROY
	42	286	30	35	90	44	12	353204.8251	9272136.4210	283.840	PROY
	43	316	2	10	90	47	30	353218.9655	9272131.2910	284.004	EZQ-MZ
	E7	180	16	1	90	49	52	353200.4420	9272061.5440	283.161	E7
E7	E6	0	0	0	0	0	0	353222.4406	9272123.7550	284.119	
1.495	44	46	0	45	91	26	17	353208.3529	9272065.1520	282.9432	EZQ-MZ
	45	78	26	8	90	55	17	353230.2480	9272057.4030	282.6775	PROY
	46	101	16	3	91	5	27	353226.1312	9272046.2660	282.5924	PROY
	47	134	10	44	92	32	2	353204.1184	9272054.1210	282.7949	EZQ -MZ
	48	233	9	45	90	11	34	353192.5204	9272059.0670	283.134	EZQ -MZ
	49	257	13	31	91	24	6	353178.2083	9272064.1560	282.614	PROY
	50	286	32	56	90	55	37	353182.3301	9272074.7150	282.799	PROY
	51	314	26	23	89	53	47	353196.4406	9272069.7170	283.178	EZQ-MZ
	E8	179	24	41	91	47	16	353179.3264	9271999.8200	281.125	E8
E8	E7	0	0	0	0	0	0	353200.4420	9272061.5440	283.161	
1.473	52	29	2	25	91	4	14	353187.7112	9272007.3890	280.914	EZQ-MZ
	53	74	21	52	89	2	6	353207.6727	9271998.2100	281.604	PROY
	54	95	32	18	88	23	51	353205.8925	9271987.7550	281.942	PROY
	55	244	9	15	92	9	56	353165.6476	9271998.1500	280.604	PROY
	56	305	52	2	89	29	1	353170.5551	9272012.2320	281.262	PROY
	57	322	31	36	88	38	11	353175.7583	9272010.4290	281.392	EZQ-MZ

**PANEL FOTOGRAFICO DEL  
LEVANTAMIENTO TOPOGRFICO DEL  
AREA DE ESTUDIO**

**SE OBSERVA AL TESISTA BACH. ING. CIVIL, VELARDE PEZO LOPEZ, REALIZANDO LA NIVELACION DEL JR. LA UNION-JUAN GUERRA**



**SE OBSERVA AL TESISTA BACH. ING. CIVIL, VELARDE PEZO LOPEZ, REALIZANDO LA NIVELACION DEL JR. LA UNION-JUAN GUERRA**



**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL, VELARDE PEZO LOPEZ, REALIZANDO LA NIVELACION DEL JR. LA UNION-JUAN GUERRA**



**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL, VELARDE PEZO LOPEZ, REALIZANDO LA NIVELACION DEL JR. LA UNION-JUAN GUERRA**



# **ESTUDIO DE TRAFICO**



# ESTUDIO DE TRÁFICO

## **PROYECTO:**

### **TESIS: APLICACIÓN DE CAL EN SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL JIRON LA UNIÓN - JUAN GUERRA 2016.**

#### **1.0 INTRODUCCION**

En el presente estudio de Tráfico del Jr. La Unión (C-01 al 07); se ha realizado de acuerdo a las características y condiciones que se requieren para este tipo de estudio.

El análisis del tráfico se sustenta principalmente en la información recopilada en el trabajo de campo, conteo volumétrico realizado por el Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López.

#### **2.0 OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

El objetivo es efectuar los estudios de tráfico correspondientes calculando el volumen vehicular, la clasificación vehicular, y analizando las proyecciones del tránsito de las calles involucradas.

#### **PLANIFICACION DEL ESTUDIO DE CAMPO**

Para efectuar el trabajo, se realizó un recorrido de reconocimiento del tramo para establecer el lugar de la estación de conteo; para este proyecto y con las características del tramo se ha considerado efectuar conteos en una estación, ubicada al inicio del tramo del mismo Jr. este lugar es punto estratégico para el presente estudio de tráfico. De acuerdo a los requerimientos del estudio, se preparó un itinerario de tráfico, programando en la primera estación establecida un conteo de tráfico durante 24 horas al día por espacio de siete días consecutivos. Se tomaron datos según la hora de paso, sentido y tipo de vehículos. El equipo para la ejecución de la labor de campo estuvo conformado por el Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López.

#### **Metodología de Cálculo del Volumen Promedio Diario**

Para calcular el volumen diario se ha tomado en cuenta el resultado obtenido del conteo de los días lunes, martes, miércoles, jueves, viernes, sábado y domingo en el sentido de Sur a Norte y viceversa.

### 3.0 EJECUCION DEL ESTUDIO DE CAMPO

Estos conteos de volumen y clasificación vehicular se realizaron para cada sentido del tránsito, durante 24 horas al día.

### 4.0 RESULTADOS OBTENIDOS

Habiéndose realizado en gabinete la consolidación y consistencia de la información recogida de los conteos, y tomando como conteo de tráfico promedio diario el que nos dio mayor volumen, el que fue realizado el día lunes 19 de septiembre del 2016, se obtuvieron los resultados siguientes:

#### 4.1 CLASIFICACION VEHICULAR DE IMD

TIPO DE VEHÍCULO	ESTACIÓN
	JR. LA UNIÓN
AUTOS	104
STATION WAGON	65
CAMIONETA PICKUP	1
RURAL COMBI	0
CAMIONES DE 2	0
CAMIONES DE 3	0
CAMIONES DE 4	0
<b>IMDs</b>	<b>26</b>
<b>IMDa (*)</b>	<b>23</b>

#### 1.1 COMPOSICION VEHICULAR DEL IMD

<b><u>Vehículos Ligeros</u></b>	<b>100.00 %</b>
Autos y Camionetas	100.00 %
Micros Ómnibus	0.00 %
<b><u>Vehículos Pesados</u></b>	<b>0.00 %</b>
Camiones	0.00 %
2S2 y 2S3	0.00 %

Se observa que el tráfico ligero es del 100.00 % (Autos y Camionetas) del total de vehículos, y el tránsito pesado es de 0.00 % (Camiones, y semitrailers 2S2, 2S3) del total de vehículos.

## **1.2 ANALISIS DE RESULTADOS**

En el Jr. La Unión, se registró un Índice Medio Diario de 25 vehículos diarios. Se observó en este tramo que el transporte de pasajeros a través de autos es de 100.00 %.

## **1.3 ANALISIS DE LA VARIACION HORARIA**

La variación horaria vehicular considerada es el volumen medio – alto; donde el tráfico mayor es durante el día en el horario de 11.0 a.m. A 12.0 p.m. Siendo esta la hora punta.

En la hora punta se registra un volumen de tránsito de 3 vehículos con un 15.00 % del IMD.

## **1.4 INDICE DE TRAFICO PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO**

IT = 25, menor a 50 por lo tanto es un tránsito Mediano

# **CONTEO DE TRÁFICO**

# INFORME DE CONTEO DE TRÁFICO



## PROYECTO

**TESIS: APLICACIÓN DE CAL EN SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL JIRON LA UNIÓN - JUAN GUERRA 2016.**

### UBICACIÓN:

**SECTOR** : JR. LA UNION CUADRAS DEL 1 A 7  
**DISTRITO** : JUAN GUERRA  
**PROVINCIA** : SAN MARTIN  
**REGION** : SAN MARTIN

**TARAPOTO - SEPTIEMBRE DEL 2,016**

## **1.0 INFORME DE CONTEO DE TRÁFICO**

### **1.1 OBJETIVO**

El estudio de tráfico vehicular tiene por objeto, cuantificar, clasificar y conocer el volumen de los vehículos que se movilizan por el Jr. La Unión, así como conocer el origen – destino de los vehículos; elementos indispensables para la determinación de las características de diseño del pavimento en tramo en estudio, así como para la evaluación económica del pavimento.

En el presente caso y debido a que el Estudio de Trafico es invariable, se mantiene en su totalidad el estudio ejecutado por el Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López

## **2.0 METODOLOGÍA**

**2.1** En el desarrollo del estudio de tráfico, se contemplan dos etapas claramente definidas:

- Recopilación de la información
- Análisis de la información y obtención de resultados.

### **2.2 Recopilación de la información**

La información básica para la elaboración del estudio procede de dos fuentes diferentes: referenciales y directas.

Las fuentes referenciales existentes a nivel oficial, son las referidas respecto a la información del IMD y factores de corrección existentes en los documentos oficiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Con el propósito de contar con información primaria y además actualizar, verificar y complementar la información secundaria disponible, se ha realizado básicamente los conteos de tráfico, integrándose también información relevante tal como control de velocidad y encuestas de origen – destino.

El trabajo de gabinete, consistió en el diseño del formato para el conteo de tráfico y complementariamente alcances referidos a la encuesta origen/destino (O/D) y el control de velocidad. A ser utilizados en la estación de control preestablecida en el trabajo de campo.

El trabajo de campo, consistió en la aplicación de los formatos para el conteo de tráfico y otros, para el levantamiento de la información necesaria.

El conteo volumétrico (conteo de tráfico) se realizó en una estación: E-1 Jr. La unión

La encuesta de Origen – Destino, se llevó a cabo en esta Estación E-1

### **3.0 CONTEO DE TRAFICO VEHICULAR**

#### **3.1 Resultados Directos del Conteo Vehicular**

En el cuadro correspondientes se muestra la información referida a los conteos de tráfico, las variaciones horarias vehiculares por sentido de circulación y la clasificación horaria y total para cada tipo de trabajo; así como el promedio diario por sentido y el consolidado para ambos sentidos, para la estación predeterminada: E-1 Jr. La unión.

#### **3.2 Resultados de los Conteos**

En el cuadro respectivo se resume los recuentos del conteo de tráfico y la clasificación diaria por sentido y el total en ambos sentidos, para los tramos correspondientes. Los resultados están expresados en cifras absolutas y relativas (%) respectivamente.

#### **3.3 IMD Anual**

En el Jr. La unión, tiene dos tipos de flujo: carga y pasajeros. El comportamiento de tráfico que se da en el tramo es definido. Esto incluye tanto vehículos de pasajeros como ligeros.

## CLASIFICACIÓN VEHICULAR PROMEDIO

### ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR PROMEDIO

#### JR. LA UNIÓN CUADRAS 01 AL 07

TIPO DE VEHÍCULO	ESTACIÓN
	JR. LA UNIÓN
AUTOS	104
STATION WAGON	65
CAMIONETA PICKUP	1
RURAL COMBI	0
CAMIONES DE 2	0
CAMIONES DE 3	0
CAMIONES DE 4	0
<b>IMDs</b>	<b>26</b>
<b>IMDa (*)</b>	<b>23</b>

FUENTE: conteo de vehículos 19 al 25 Septiembre 2016

ELABORACIÓN: Propia

(\*) Formato de Clasificación Vehicular



### **3.4 Variación Diaria**

De acuerdo al resumen del conteo vehicular diario, el mayor volumen de tráfico, en la estación E-1: Sector San Miguel.

### **3.5 Variación Horaria**

El volumen horario empieza a incrementarse a partir de las 12:00 horas y disminuye desde las 15:00 horas en la estación: E-1; en el cuadro respectivo, se presenta la variación horaria del promedio semanal del conteo de tráfico.

### **3.6 Encuesta Origen – Destino**

La Encuesta Origen – Destino tuvo lugar en las estaciones: E- Jr. La Unión.

### **3.7 Resultados de la carga Transportada**

La composición de la carga transportada por los vehículos no se ha procesado, razón por la cual no se adjunta.

## **4.0 PROYECTOS DE TRAFICO**

### **4.1 Área de Influencia**

La identificación de esta área es importante, por cuanto constituye el punto de partida para el análisis de las variables macro económica y/o socioeconómica y la estimación de los beneficios atribuibles a la carretera rehabilitada.

En el presente caso, la identificación del área de influencia se ha definido tomando en cuenta las características y la composición del tráfico.

### **4.2 Determinación del Área de Influencia**

El Área de influencia del estudio está ubicada en el Jr. La Unión cuadras 01 al 07, perteneciente al Distrito de Juan Guerra, Provincia de San Martín, región San Martín.

El Área de influencia indirecta, que incluye las zonas del entorno poblacional que son exportadas y/o importadores de productos hacia o desde la zona de estudio, a través de la carretera, contribuye en el tráfico de carga con el 50% aproximadamente, 50% en el tráfico de pasajeros en camionetas y vehículos ligeros respectivamente.

#### 4.3 Características del Área de Influencia

La Localidad de Juan Guerra que une todas las localidades aledañas, tiene desarrollo íntegramente en zonas de selva alta. Es por eso que esta vía constituye una importante vía de comunicación de un sector del valle con la región de San Martín. Esta Vía permite la salida de importantes flujos Vehiculares.

- **Aspectos Demográficos**

El área de influencia que comprende el la Jr. La Unión, distrito de Juan Guerra, alberga una población total de 3,139.00 el año 2012, con una densidad poblacional de 15.97 (Hab/Km.)

#### 5.0 TRAFICO ACTUAL

IMD Anual según tipo de vehículo el tráfico actual se ha obtenido del Estudio de Tráfico realizado para fines del presente estudio. Los resultados, expresados en términos de IMD Anual, se muestran en el cuadro.

##### JR. LA UNIÓN CUADRAS 01 AL 07

TIPO DE VEHÍCULO	ESTACIÓN
	JR. LA UNIÓN
AUTOS	104
STATION WAGON	65
CAMIONETA PICKUP	1
RURAL COMBI	0
CAMIONES DE 2	0
CAMIONES DE 3	0
CAMIONES DE 4	0
<b>IMDs</b>	<b>26</b>
<b>IMDa (*)</b>	<b>23</b>

FUENTE: conteo de vehículos 19 al 25 septiembre 2016

ELABORACIÓN: Propia

(\*) Formato de Clasificación Vehicular

# **RESUMEN FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**

## RESUMEN FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

**TESIS: APLICACION DE CAL EN SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL JIRON LA UNION - JUAN GUERRA 2016**

UBICACIÓN: JR. LA UNIÓN / DISTRITO JUAN GUERRA / PROVINCIA SAN MARTÍN / REGIÓN SAN MARTÍN

DIA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		BUS		CAMION			TOTAL	PORC.
			PICK UP	RURAL Combi	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E		%
LUNES	24	10	2	0	2	0	0	0	0	38	21.35
MARTES	12	5	0	0	0	0	0	0	0	17	9.55
MIERCOLES	15	13	0	0	0	0	0	0	0	28	15.73
JUEVES	14	9	1	0	0	0	0	0	0	24	13.48
VIERNES	15	6	0	0	0	0	0	0	0	21	11.80
SABADO	14	11	3	0	0	0	0	0	0	28	15.73
DOMINGO	10	11	1	0	0	0	0	0	0	22	12.36
<b>TOTAL</b>	<b>104</b>	<b>65</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>178</b>	100
<b>IMD</b>	15	9	1	0	0	0	0	0	0	25	










DIA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		BUS		CAMION			TOTAL	PORC.
			PICK UP	RURAL Combi	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4E		%
LUNES	24	10	2	0	2	0	0	0	0	38	21.35
MARTES	12	5	0	0	0	0	0	0	0	17	9.55
MIERCOLES	15	13	0	0	0	0	0	0	0	28	15.73
JUEVES	14	9	1	0	0	0	0	0	1	24	13.48
VIERNES	15	6	0	0	0	0	0	0	4	21	11.80
SABADO	14	11	3	0	0	0	0	0	0	28	15.73
DOMINGO	10	11	1	0	0	0	0	0	0	22	12.36
<b>TOTAL</b>	<b>104</b>	<b>65</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>178</b>	<b>100.00</b>
<b>IMDs</b>	15	9	1	0	0	0	0	0	1	26	
<b>FC</b>	0.9078095	0.9078095	0.9078095	0.9078095	0.9078095	0.9078095	0.9078095	0.9839763	0.9839763	0.9839763	
<b>IMDa</b>	14	8	1	0	0	0	0	0	1	23	

### FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

**TESIS: APLICACIÓN DE CAL EN SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL JIRON LA UNIÓN - JUAN GUERRA 2016**

TRAMO DE LA CARRETERA	Jr. LA UNIÓN CUADRAS N° 01 AL 07
SENTIDO	N ← S →
UBICACIÓN	JR. LA UNIÓN / DISTRITO JUAN GUERRA / PROVINCIA SAN MARTÍN / REGIÓN SAN MARTÍN

ESTACION	
CODIGO DE LA ES	
DIA Y FECHA	09 16

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		BUS		CAMION		
				PICK UP-4X4	RURAL Combi	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E
DIAGRA. VEH.										
00	N									
A										
01	S									
01	N									
A										
02	S									
02	N									
A										
03	S									
03	N									
A										
04	S									
04	N									
A										
05	S									
05	N									
A										
06	S	1								
06	N	1								
A										
07	S	1								
07	N									
A										
08	S		1			1				
08	N		1							
A										
09	S	1								
09	N	1	1							
A										
10	S	1	1							
10	N									
A										
11	S	1								
11	N	1	1							
A										
12	S	1	1			1				

12	N	1								
A		1								
13	S									
13	N	1	1							
A										
14	S	1	1							
14	N	1								
A										
15	S	1	1							
15	N		1	1						
A										
16	S									
16	N									
A										
17	S	1		1						
17	N	1								
A										
18	S	1								
18	N	1								
A										
19	S	1								
19	N									
A										
20	S	1								
20	N	1								
A										
21	S	1								
21	N	1								
A										
22	S									
22	N									
A										
23	S									
23	N									
A										
24	S									
$\Sigma =$		24	10	2	0	2	0	0	0	0
















### FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

**TESIS: APLICACIÓN DE CAL EN SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL JIRON LA UNIÓN - JUAN GUERRA 2016**

TRAMO DE LA CARRETERA	Jr. LA UNIÓN CUADRAS N° 01 AL 07		
SENTIDO	N ←		S →
UBICACIÓN	JR. LA UNIÓN / DISTRITO JUAN GUERRA / PROVINCIA SAN MARTÍN / REGIÓN SAN MARTÍN		

ESTACION	
CODIGO DE LA ESTACION	
DIA Y FECHA	09 16

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		BUS		CAMION		
				PICK UP-4X4	RURAL Combi	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E
DIAGRA. VEH.										
00 A	N									
01	S									
01 A	N									
02	S									
02 A	N									
03	S									
03 A	N									
04	S									
04 A	N									
05	S									
05 A	N									
06	S	1								
06 A	N	1								
07	S		1							
07 A	N									
08	S	1	1							
08 A	N		1							
09	S	1	1							
09 A	N	1								
10	S	1	1							
10 A	N									
11	S									
11 A	N	1								
12	S		1							

12	N	1								
A										
13	S									
13	N		1							
A										
14	S	1								
14	N	1								
A										
15	S	1	1							
15	N									
A										
16	S	1	1							
16	N									
A										
17	S									
17	N	1								
A										
18	S	1								
18	N		1							
A										
19	S	1	1							
19	N									
A										
20	S		1							
20	N									
A										
21	S		1							
21	N									
A										
22	S									
22	N									
A										
23	S									
23	N									
A										
24	S									
$\Sigma =$		15	13	0	0	0	0	0	0	0



12	N										
A											
13	S	1									
13	N	2									
A											
14	S										
14	N	1									
A											
15	S		1								
15	N										
A											
16	S	1									
16	N										
A											
17	S		1	1							
17	N										
A											
18	S		1								
18	N		1								
A											
19	S	1									
19	N										
A											
20	S										
20	N										
A											
21	S										
21	N	1									
A											
22	S	1									
22	N										
A											
23	S										
23	N										
A											
24	S										
Σ =		14	9	1	0	0	0	0	0	0	














### FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

**TESIS: APLICACIÓN DE CAL EN SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL JIRON LA UNIÓN - JUAN GUERRA 2016**

TRAMO DE LA CARRETERA	Jr. LA UNIÓN CUADRAS N° 01 AL 07
SENTIDO	N ← S →
UBICACIÓN	JR. LA UNIÓN / DISTRITO JUAN GUERRA / PROVINCIA SAN MARTÍN / REGIÓN SAN MARTÍN

ESTACION	
CODIGO DE LA ES	
DIA Y FECHA	09 16

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		BUS		CAMION		
				PICK UP-4X4	RURAL Combi	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E
DIAGRA. VEH.										
00	N									
A										
01	S									
01	N									
A										
02	S									
02	N									
A										
03	S									
03	N									
A										
04	S									
04	N									
A										
05	S									
05	N									
A										
06	S									
06	N									
A										
07	N		1							
A										
08	S			1						
08	N			1						
A										
09	S	1	1							
09	N		1							
A										
10	S			1						
10	N		1	1						
A										
11	S									
11	N		1	1						
A										
12	S		1	1						

12	N			1							
A											
13	S	1		1	1						
13	N										
A											
14	S			1							
14	N	1		1							
A											
15	S	1									
15	N				1						
A											
16	S										
16	N	1									
A											
17	S	1			1						
17	N										
A											
18	S	1									
18	N										
A											
19	S	1									
19	N										
A											
20	S										
20	N										
A											
21	S	1									
21	N										
A											
22	S										
22	N										
A											
23	S										
23	N										
A											
24	S										
Σ =		14	11	3	0	0	0	0	0	0	0












### FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR

**TESIS: APLICACIÓN DE CAL EN SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL JIRON LA UNIÓN - JUAN GUERRA 2016**

TRAMO DE LA CARRETERA	Jr. LA UNIÓN CUADRAS N° 01 AL 07
SENTIDO	N ← S →
UBICACIÓN	JR. LA UNIÓN / DISTRITO JUAN GUERRA / PROVINCIA SAN MARTÍN / REGIÓN SAN MARTÍN

ESTACION	
CODIGO DE LA ES	
DIA Y FECHA	09 16

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		BUS		CAMION		
				PICK UP-4X4	RURAL Combi	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E
DIAGRA. VEH.										
00	N									
A										
01	S									
01	N									
A										
02	S									
02	N									
A										
03	S									
03	N									
A										
04	S									
04	N									
A										
05	S									
05	N									
A										
06	S									
06	N		1							
A										
07	S									
07	N	1	1							
A										
08	S	1	1							
08	N	1	1							
A										
09	S		1							
09	N									
A										
10	S		1							
10	N									
A										
11	S	1	1							
11	N	1								
A										
12	S		1							

12	N	1								
A										
13	S									
13	N	1								
A										
14	S									
14	N									
A										
15	S	1								
15	N	1								
A										
16	S		1							
16	N	1	1							
A										
17	S		1	1						
17	N									
A										
18	S									
18	N									
A										
19	S									
19	N									
A										
20	S									
20	N									
A										
21	S									
21	N									
A										
22	S									
22	N									
A										
23	S									
23	N									
A										
24	S									
Σ =		10	11	1	0	0	0	0	0	0

**FOTOGRAFIAS DE CONTEO DE TRAFICO  
DEL AREA DE ESTUDIO**

**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL. VELARDE PEZO LÓPEZ REALIZANDO – LOS CONTEOS DE ACUERDO AL TIPO DE TRAFICO QUE CIRCULAN POR LA ZONA DE ESTUDIO**



**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL. VELARDE PEZO LÓPEZ REALIZANDO – LOS CONTEOS DE ACUERDO AL TIPO DE TRAFICO QUE CIRCULAN POR LA ZONA DE ESTUDIO**



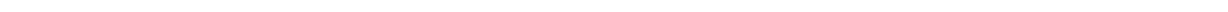
**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL. VELARDE PEZO LÓPEZ REALIZANDO – LOS CONTEOS DE ACUERDO AL TIPO DE TRAFICO QUE CIRCULAN POR LA ZONA DE ESTUDIO**



**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL. VELARDE PEZO LÓPEZ REALIZANDO – LOS CONTEOS DE ACUERDO AL TIPO DE TRAFICO QUE CIRCULAN POR LA ZONA DE ESTUDIO**



## **ANEXO 3: ESTUDIO DE SUELOS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO**



---

**INFORME TECNICO – ESTUDIO DE MECANICA DE  
SUELOS CON FINES DE CIMENTACION**

---

# INFORME TÉCNICO - ESTUDIO DE SUELOS

## CON FINES DE CIMENTACIÓN



## PROYECTO

**TESIS: APLICACIÓN DE CAL EN SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL JIRON LA UNIÓN - JUAN GUERRA 2016.**

### UBICACIÓN:

**SECTOR : JR. LA UNION CUADRAS DEL 1 A 7**

**DISTRITO : JUAN GUERRA**

**PROVINCIA : SAN MARTIN**

**REGION : SAN MARTIN**

**TARAPOTO - NOVIEMBRE DEL 2,016**



## **MARCO TEÓRICO**

Para realizar estabilización de suelos y el diseño del pavimento rígido, se necesita conocer algunos conceptos básicos de los temas relacionados, al proyecto.

### **ANTECEDENTES.**

La estabilización de suelos para carreteras es muy antigua (aprox. 5000 años atrás), en la que se utilizaron materiales calizos y puzolañicos con el fin de mejorar las características de los suelos.

Uno de los primeros antecedentes de investigación de la cal para estabilización de suelos fue desarrollado en la Universidad de Missouri en 1925, pero hasta 1945 no fue utilizada específicamente para estabilizar caminos. A partir de allí se comenzó a generalizar su uso en prácticamente todo el mundo, con las limitaciones propias de los tipos de suelos aptos a nivel técnico económico.

### **1.0 SUBRASANTE**

Es el terreno de fundación, sobre el cual el pavimento será construido. Las propiedades requeridas de la sub-rasante natural, incluyen la resistencia, el drenaje, la fácil compactación, la conservación de la compactación, la estabilidad volumétrica. Los suelos varían y sus propiedades físicas y mecánicas, cambian a lo largo de los proyectos, en medida de que existan cambios en la humedad, en la densidad o se establezcan influencias ambientales, es decir, que las propiedades de la subrasante natural cambian con el tiempo.

La calidad de ésta depende, en gran parte, el espesor que debe tener un pavimento, rígido. Como parámetro de evaluación de esta capa se emplea la capacidad de soporte (CBR) o resistencia a la deformación por esfuerzo cortante bajo las cargas del tránsito.

La subrasante puede ser natural o mejorada, con algún proceso de mejoramiento tal como la estabilización mecánica, la estabilización físico –química con aditivos como el cemento Portland, la cal, el asfalto, entre otras.

## **2.0 ESTABILIZACIÓN DE SUELOS**

La Resolución Directoral No 05-2013-MTC/14., dice que se puede mejorar con estabilización de suelos, hace que mejora las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. Estabilizaciones, por lo general se realizan en los suelos de subrasante malas de baja resistencia, se requiere de varios tipos de aditivos, para mejorar el suelo y estabilizarlos, suelo-cemento, suelo-cal, suelo-asfalto y otros productos diversos cualquiera sea el mecanismo de estabilización, es seguido de un proceso de compactación. Debe destacarse la significación que adquiere contar con ensayos de laboratorio, que demuestren la aptitud y tramos construidos que ratifiquen el buen resultado.

### **2.1 TIPOS DE ESTABILIZACIÓN.**

Los tipos de estabilización de suelos se clasifican según los métodos de trabajo y los productos o aditivos empleados para mejorar el suelo. Lynch (1980) nombra que, entre los factores que influyen en la selección de un tipo de estabilización se encuentran el bajo costo, la resistencia, la cual debe aumentar, y la durabilidad. Existen diferentes tipos de estabilizaciones, como son la estabilización química, mecánica, térmica y eléctrica. Las más usadas debido a su practicidad y bajo costo son las estabilizaciones químicas y mecánicas

### **2.2 ESTABILIZACIÓN QUÍMICA**

Para la estabilización química se emplean sustancias químicas para el mejoramiento del suelo. En este método según Lynch (1980), la estabilización se produce mediante la reacción química entre las sustancias estabilizantes y el suelo, o la modificación del suelo por dichas sustancias estabilizantes. La misma reacción sirve para mantener el contenido de humedad del suelo. Algunas de las sustancias químicas más frecuentes para este tipo de estabilizaciones son: cemento Portland, asfalto, cloruro de sodio, cal, cloruro de calcio y desperdicios de fábricas de papel.

## **2.3 CRITERIOS GEOTÉCNICOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS**

- 1) Son materiales aptos para las capas de la subrasante suelos con  $\text{CBR} \geq 6\%$ . En caso de ser menor (subrasante pobre o subrasante inadecuada), o se presenten zonas húmedas locales o áreas blandas.
- 2) Para la estabilización de suelos es necesario determinar el tipo de suelo existente. Los suelos que se encuentran en este ámbito son: los limos, las arcillas, o las arenas limosas o arcillosas.
- 3) A continuación, se presentan dos guías referenciales para la selección del tipo de estabilizador, que satisface las restricciones y observaciones de cada tipo de suelo.

**Tabla 2.3.1. Guía Referencial para la Selección del Tipo de Estabilizador**

Fuente: Resolución Directoral No. 05-2013-MTC/14.

ÁREA	CLASE DE SUELO	TIPO DE ESTABILIZADOR RECOMENDADO		RESTRICCIÓN EN LL Y IP DEL SUELO	RESTRICCIÓN EN EL PORCENTAJE QUE PASA LA MALLA 200	OBSERVACIONES
1 A	SW ó SP	(1)	Asfalto			
		(2)	Cemento Pórtland			
		(3)	volantes	IP no excede de 25		
1 B	SW - SM ó SP - SM ó SW - SC ó SP - PC	(1)	Asfalto	IP no excede de 10		
		(2)	Cemento Pórtland	IP no excede de 30		
		(3)	Cal	IP no menor de 12		
		(4)	volantes	IP no excede de 25		
1 C	SM ó SC ó SM-SC	(1)	Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	
		(2)	Cemento Pórtland	(b)		
		(3)	Cal	IP no menor de 12		
		(4)	Cal-Cemento-Cenizas	IP no excede de 25		
2 A	GW ó GP	(1)	Asfalto			Solamente material bien graduado.
		(2)	Cemento Pórtland			El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3)	Cal-Cemento-Cenizas	IP no excede de 25		
2 B	GW - GM ó GP - GM ó GW - GC ó GP-GC	(1)	Asfalto	IP no excede de 10		Solamente material bien graduado.
		(2)	Cemento Pórtland	IP no excede de 30		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3)	Cal	IP no menor de 12		
		(4)	Cal-Cemento-Cenizas	IP no excede de 25		
2 C	GM ó GC ó GM - GC	(1)	Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	Solamente material bien graduado.
		(2)	Cemento Pórtland	(b)		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3)	Cal	IP no menor de 12		
		(4)	Cal-Cemento-Ceniza	IP no excede de 25		
3	CH ó CL ó MH ó ML ó OH ó OL ó ML-CL	(1)	Cemento Pórtland	LL no menor de 40 IP no menor de 20		Suelos orgánicos y fuertemente ácidos contenidos en esta área no son susceptibles a la estabilización por métodos ordinarios
		(2)	Cal	IP no menor de 12		
IP = Índice Plástico (b) $IP = 20 + (50 - \text{porcentaje que pasa la Malla N° 200}) / 4$				Sin restricción u observación. No es necesario		Fuente: US Army Corps of Engineers

**Tabla 2.3.2. Guía Complementaria Referencial para la Selección del Tipo de Estabilizador. Fuente: Resolución Directoral No. 05-2013-MTC/14.**

TIPO DE ESTABILIZADOR RECOMENDADO	NORMAS TÉCNICAS	SUELO <sup>(1)</sup>	DOSIFICACIÓN <sup>(3)</sup>	CURADO (APERTURA AL TRÁNSITO) <sup>(5)</sup>	OBSERVACIONES
Cemento	EG-CBT-2008 Sección 3068 ASTM C150 AASHTO M85	A-1,A-2,A-3,A-4,A-5,A-6 y A-7 LL < 40% IP ≤ 18% CMO <sup>(2)</sup> < 1.0% Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) < 0.2% Abrasión < 50% Durabilidad SO <sub>4</sub> Ca <sup>(4)</sup> - AF ≤ 10% - AG ≤ 12% Durabilidad SO <sub>4</sub> Mg - AF ≤ 15% - AG ≤ 18%	2 - 12%	7 días	Diseño de mezcla de acuerdo a recomendaciones de la PCA (Portland Cement Association)
Emulsión	ASTM D2397 ó AASHTO M208	A-1, A-2 y A3 Pasante malla N° 200 ≤ 10% IP ≤ 8% Equiv. Arena ≥ 40% CMO <sup>(2)</sup> < 1.0% Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) < 0.6% Abrasión < 50% Durabilidad SO <sub>4</sub> Ca <sup>(4)</sup> - AF ≤ 10% - AG ≤ 12% Durabilidad SO <sub>4</sub> Mg - AF ≤ 15% - AG ≤ 18%	4 - 8%	Mínimo 24 horas	Cantidad de aplicación a ser definida de acuerdo a resultados del ensayo Marshall modificado o Illinois
Cal	EG-CBT-2008 Sección 3078 AASHTO M216 ASTM C977	A-2-6, A-2-7, A-6 y A-7 10% ≤ IP ≤ 50% CMO <sup>(2)</sup> < 3.0% Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) < 0.2% Abrasión < 50%	2 - 8%	Mínimo 72 horas	Para IP > 50%, se puede aplicar cal en dos etapas. Diseño de mezcla de acuerdo a la Norma ASTM D 6276
Cloruro de Calcio	ASTM D98 ASTM D345 ASTM E449 MTC E 1109	A-1, A-2, y A-3 IP ≤ 15% CMO <sup>(2)</sup> < 3.0% Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) < 0.2% Abrasión < 50%	1 a 3% en peso del suelo seco	24 horas	
Cloruro de Sodio	EG-CBT-2008 Sección 309B ASTM E534 MTC E 1109	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 8% ≤ IP ≤ 15% CMO <sup>(2)</sup> < 3.0% Abrasión < 50%	50 - 80 kg/m <sup>3</sup>	07 días	La cantidad de sal depende de los resultados (dosificación) y tramo de prueba
Cloruro de Magnesio	MTC E 1109	A-1, A-2 y A-3 IP ≤ 15% CMO <sup>(2)</sup> < 3.0% pH: mínimo 5 Abrasión < 50%	50 - 80 kg/m <sup>3</sup>	48 horas	La cantidad de sal depende de los resultados de laboratorio (dosificación) y tramo de prueba
Enzimas	EG-CBT-2008 Sección 308B MTC E 1109	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 6% ≤ IP ≤ 15% 4.5 < pH < 8.5 CMO <sup>(2)</sup> No debe contener Abrasión < 50% % < N° 200: 10 - 35%	1L / 30-33 m <sup>3</sup>	De acuerdo a Especificaciones del fabricante	
Aceites sulfonados		Aplicable en suelos con partículas finas limosas o arcillosas, con LL bajo, arcillas y limos muy plásticos CMO <sup>(2)</sup> < 1.0% Abrasión < 50%		De acuerdo a Especificaciones del fabricante	

(1) Espesor de tratamiento por capas de 6 a 8"  
Tamaño máximo: 2", debe carecer de restos vegetales  
Los suelos naturales, materiales de bancos de préstamo o mezcla de ambos que sean objeto de estabilización, deben estar definidos en el Expediente Técnico del Proyecto

(2) CMO: Contenido de materia orgánica

(3) Los diseños o dosificaciones deben indicar: formula de trabajo, tipo de suelo, cantidad de estabilizador, volumen de agua, valor de CBR o resistencia a compresión simple o resultados de ensayos Marshall modificado o Illinois, según corresponda al tipo de estabilizador aplicado

(4) Para altitudes mayores a 3000 msnm

(5) Después de finalizado el proceso de compactación

## 2.4 ESTABILIZACIÓN CON CAL

El suelo-cal se realizará mezclas de suelo, cal y agua. Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, la dosificación depende del tipo de arcilla. Se agregará de 1% a 5% de cal por peso seco de suelo. Se determinarse en el laboratorio, siguiendo los pasos siguientes:

- Estimar el porcentaje de cal en función del pH.
- Determinar el incremento de la resistencia del suelo estabilizado con cal.
- Determinar el contenido de cal para el cual la resistencia no aumenta en forma importante.

Se debe reportar resultados de la capacidad de soporte según la metodología "California Bearing Ratio - CBR" (Relación de Soporte de California), para clarificar las mejoras. Por ningún motivo se debe emplear más del 5% de cal en el suelo, ya que se aumenta la resistencia, pero también la plasticidad. Los suelos que se usen para la construcción de Suelo-Cal deben estar limpios y no deben tener más de cinco por ciento (5%) de su peso.

La cal que se utiliza es óxido cálcico (cal anhidra o cal viva), obtenido por calcinación de materiales calizos, o hidróxido cálcico (cal hidratada o cal apagada) y debe satisfacer los requisitos establecidos en la Especificación AASHTO M-216, ASTM C-977 ó NTP N° 334.125:2002 Cal viva y cal hidratada para Estabilización de Suelos.

- Reducción del índice de plasticidad, debido a una reducción del límite líquido y a un incremento del límite plástico.
- Reducción considerable del ligante natural del suelo por aglomeración de partículas.
- Obtención de un material más trabajable y fiable como producto de la reducción del contenido de agua en los suelos (rotura fácil de grumos).
- La cal ayuda a secar los suelos húmedos lo que acelera su compactación.

- Reducción importante del potencial de contracción y del potencial de hinchamiento.
- Incremento de la capacidad portante del suelo (CBR).
- Incremento de la resistencia a la tracción del suelo.
- Formación de barreras impermeables que impiden la penetración de aguas de lluvia o el ascenso capilar de aguas subterráneas.

La experiencia americana ha demostrado que una estabilización con cal tiene excelentes resultados, en los siguientes casos:

## **2.5 ESPESOR A ESTABILIZAR EN FUNCIÓN AL VALOR SOPORTE O RESISTENCIA DEL SUELO**

Se seguirá el procedimiento similar al descrito en La Resolución Directoral No 05-2013-MTC/14. El cálculo para determinar el espesor de material a es el siguiente:

- Se calculará el número estructural SN del pavimento para 30 años, el material a emplear tendrá un CBR  $\geq 10\%$  e IP menor a 10, o en todo caso será similar. Cuando en los sectores adyacentes al sector analizado, los suelos presenten un CBR  $> 10\%$ , para el cálculo del SN se utilizará el mayor valor de CBR de diseño, que representa el material estabilizado, este número estructural SN calculado se denominará SNm (mejorado), luego se calculará el SN del pavimento para el CBR del material de subrasante existente (menor a 6%), que se denominará SNe (existente).

**Tabla 2.5.1.** Espesores Recomendados para Estabilización de Suelos ( $3\% \leq \text{CBR} \leq 6\%$ ). Fuente: Resolución Directoral No. 05-2013-MTC/14.

Tráfico		Espesor de Reemplazo con Material CBR>10% (cm)
0	25 000	25.0
25 001	75 000	30.0
75 001	150 000	30.0
150 001	300 000	35.0
300 001	500 000	40.0
500 001	750 000	40.0
750 001	1 000 000	45.0
1 000 001	1 500 000	55.0
1 500 001	3 000 000	55.0
3 000 001	5 000 000	60.0
<b>5 000 001</b>	<b>7 500 000</b>	<b>60.0</b>
7 500 001	10 000 000	65.0
10 000 001	12 500 000	65.0
12 000 001	15 000 000	65.0
15 000 001	20 000 000	70.0
20 000 001	25 000 000	75.0
25 000 001	30 000 000	75.0

**Notas:**

1. Coeficiente estructural del material con CBR 10%  $a_i=0.021$
2. Coeficiente drenaje del material a colocar  $m=1.0$

## 2.6 MEZCLA SUELO - CAL.

Un método muy útil por su rapidez y fiabilidad es basar el estudio para la estabilización en el método del Ph, hecho por Eades y Grim (1966), especificado en la norma ASTM C 977 (preparación de muestra) y el desarrollo del ensayo regido por la norma ASTM D 6276.

Este procedimiento se basa en el hecho de que la adición de cal necesaria para estabilizar un suelo es aquella que garantiza el mantenimiento de un elevado Ph que permita el desarrollo de las reacciones puzolánicas. Para ello, se ensayan muestras con distintos porcentajes de cal, midiéndose el Ph en determinadas condiciones. El porcentaje óptimo es aquel que permite alcanzar el valor de 12.4.



## **2.7 ENSAYO PROCTOR MODIFICADO, ASTM D 1557**

El ensayo de compactación mediante el ensayo de proctor modificado, relaciona la humedad del suelo versus su densidad seca, empleando un martillo de 4.54 kg (10 lb) soltado desde una altura de 457 mm (18 pulg), transmitiendo una energía de compactación de 56,000 lb-pie/pie<sup>3</sup> ó 2,700 kN-m/m<sup>3</sup>.

En suelos granulares densos, la densidad de campo es muy cercana a la MDS del proctor modificado; sin embargo, en suelos finos como las arenas y arcillas limosas, la densidad de campo, generalmente, es mucho menor que la MDS.

La Humedad Natural de Suelos Arenosos y Limo-Arcillosos muchas veces alcanzan valores muy por encima del O.C.H. y la Densidad Natural presenta valores mucho menores al Ensayo Proctor Modificado. En Conclusión, el terreno de fundación no alcanzará y/o estará lejos de la Densidad Equivalente al 95% ó 100% de la MDS, criterio que se asume como regla general.

## **2.8 CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)**

El CBR de suelos compactados (como es el caso de terraplenes) y de suelos granulares densos, están asociados al 100% de la máxima densidad seca del proctor modificado; el CBR de subrasantes arenosas y limo arcillosas no puede asociarse a este valor, porque su densidad de campo es debajo de la máxima densidad seca y su humedad natural es mayor que el óptimo contenido de humedad. En este último caso el CBR se obtiene de muestras inalteradas (A. Ordóñez y S. Minaya, 2001).

El comportamiento de la subrasante es función de la humedad y densidad, asociado a las condiciones ambientales del sitio. En suelos de baja capacidad de soporte donde los valores de humedad alcanzan la condición saturada y los valores de densidad de campo están muy por debajo de la densidad de compactación, los valores de los módulos elásticos realmente son muy bajos.

El CBR es la relación (expresada en porcentaje) entre la resistencia a la penetración requerida para que un pistón de 3 pulg<sup>2</sup> de área penetre 0.1 pulg dentro de un suelo entre 1000 psi que es la resistencia a la penetración de una muestra patrón. La muestra patrón es una piedra chancada. El CBR se expresa como:

$$CBR = \frac{\text{Resistencia a la penetración (psi) requerida para penetrar 0.1 pulg}}{1,000 \text{ lb / pulg}^2} \times 100$$

En varios casos el CBR, calculado para 0.2" con su factor de 1500 PSI a veces es mayor, que el resultado de 0.1", de observar esto se debe realizar un nuevo ensayo, si los resultados son similares, el valor del CBR para 0.2 pulg de penetración, se reporta como el CBR representativo de la muestra.

## **2.9 ESTUDIO DE TRÁFICO.**

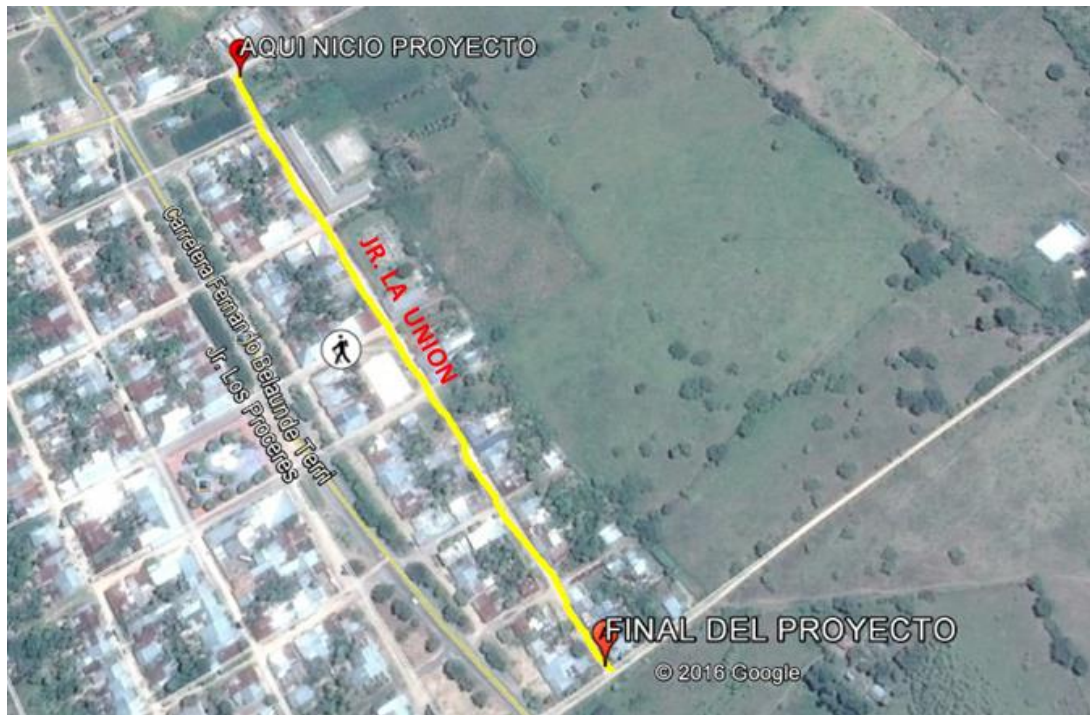
El estudio de tráfico vehicular nos permite determinar el flujo de carga y pasajeros entre el lugar de origen y destino, conocer el volumen de vehículos que circulan en un tramo; a su vez nos permite proyectar el volumen de tráfico de la red, desarrollar y calibrar modelos de simulación de demanda de transportes, nos proporciona información básica para el planeamiento del sistema de transporte.

## **3.0 CARACTERÍSTICAS Y MÉTODOS DEL LUGAR DEL ESTUDIO**

El trabajo presenta una forma del programa de investigación, observando aspectos muy importantes, a la localización, planeamientos, estrategias, variables investigadas y objetivos específicos, tales como la descripción de los materiales y los métodos experimentales empleados.

### **3.1 LOCALIZACIÓN.**

Las muestras de suelo a estabilizar fueron obtenidas de la localidad – zona urbana de Juan Guerra, Jr. La unión cuadras 1 al 7, Distrito de Juan Guerra, Provincia y departamento de San Martín, que se encuentra a 301 msnm y a orillas del río Cumbaza margen izquierdo



Fuente: Google Maps

## 4.0 ESTUDIOS BASICOS

### 4.1 TOPOGRAFÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área en estudio presenta una topografía variable; es decir se pueden apreciar pendiente ligeramente plana al inicio, en la parte final semi plano.

### 4.2 ASPECTOS SÍSMICOS

El Perú se encuentra en el borde occidental de la placa continental Sudamericana, debajo de la cual se sumerge a la Placa oceánica de Nazca, constituido por una corteza más densa que la anterior, así frontalmente, con un buzamiento entre  $20^{\circ}$  y  $30^{\circ}$  y con una velocidad relativa de unos 10cm, por un año. Las manifestaciones externas de este proceso son la fosa marina del Pacífico, la cordillera de los Andes y la presencia de algunos volcanes en el sur del Perú y el Norte de Chile.

La distribución espacio-tiempo de los epicentros de los sismos ocurridos en este territorio nos muestra que los mismos pueden estar asociados a:

- Intersección de Placas.
- Proceso eruptivo de volcanes
- Fallas geológicas

La mayoría de fallas geológicas sin consecuencias del movimiento orogénico superficial, producto a su vez del proceso de levantamiento y formación de la Cordillera de los Andes, a través del Tiempo geológico.

El territorio peruano se encuentra pues ubicado en una zona sísmica más activa del mundo, dentro del Cinturón Circumpacífico. Desde la formación de los continentes he estado bajo la acción y efectos de grandes terremotos, de cuyas referencias se dispone a partir de la presencia española, basada en relatos y narraciones, y a partir del presente siglo, con datos instrumentales.

En base a dicha información se han elaborado diferentes estudios, una de cuyas síntesis es el mapa de Zonificación Sísmica del Perú este mapa considera al territorio peruano dividido en tres zonas, de acuerdo a la sismicidad observada y a la potencialidad sísmica de cada zona:

#### 4.2.1 Mapa de Zonificación Sísmica del Perú Norma E-030



De acuerdo a dicha zonificación, el Distrito de Juan guerra Provincia de San Martín se Encuentra en la zona III

### **4.3 Parámetros de diseño sismo resistente**

Los suelos conforman los perfiles estratigráficos; por lo tanto, el tramo en estudio, está constituido por suelos Arcilla inorgánica semi denso, de color marrón, los cuales están incluidos en el perfil estratigráfico tipo S3 descrito de la Norma de Diseño Sismo – resistente (N.T.E E-030) y por lo tanto los valores correspondientes al periodo predominantes de vibración del suelo, (Ts) y el factor de suelo (S) son 0.9 y 1.4 respectivamente.

### **5.0 ESTRATEGIA ADOPTADA**

El objetivo principal del trabajo del proyecto de tesis, es estudiar el comportamiento de un suelo a través de su mejoramiento con la adición de cal, proporcionándoles características de capacidad de carga y estabilización volumétrica, contribuyendo de esta forma, para el establecimiento de una base conceptual y experimental para el desarrollo futuro de modelos teórico-matemáticos que posibiliten la previsión del desempeño mecánico de tales materiales en obras reales de ingeniería con satisfactoria confiabilidad.

Específicamente, el estudio es sobre el comportamiento de la subrasante estabilizada con suelo-cal y su relación, con la obtención a partir de ensayos de laboratorio (ensayos de CBR), y de la investigación con correlaciones existentes.

### **6.0 VARIABLES INVESTIGADAS.**

Las variables consideradas como principales en el presente estudio fueron las siguientes: grado de compactación; capacidad de soporte del suelo, así como también el tipo de suelo.

### **6.1 MATERIALES**

El estudio de suelos para fines de estabilización fue obtenido de la zona urbana del Jr. la unión cuerdas 1 al 7 del distrito de Juan Guerra, que se encontró una arcilla inorgánica de alta plasticidad, y las muestras y excavaciones fueron extraídas hasta 1.50 m de profundidad, que fueron descritas, en in-situ de sus características, en su estado natural y mejorado con cal hidratada para ser comparados, con los resultados de

las mejoras en el contenido de humedad, el grado de compactación, las variaciones de densidad y su capacidad de soporte.

## 7.0 MÉTODOS EXPERIMENTALES- ENSAYOS DE LABORATORIO.

Los ensayos realizados al suelo en los estudios, Según las especificaciones técnicas.

**Tabla 7.1:** Lista de Ensayos realizados:

Núm.	Norma	Título
1.	AASHTO T 2-91 (2000)	Muestreo de suelos
2.	AASHTO T 248-02	Reducir muestras de suelo a tamaño de ensayo
3.	AASHTO T 89-02	Determinación del límite líquido del suelo
4.	AASHTO T 90-03	Determinación de límite plástico e índice de plasticidad
5.	AASHTO T 11-97 (2000)	Materiales más finos que pasan el tamiz de 75 $\mu\text{m}$ (No. 200) en suelos minerales por lavado
6.	AASHTO T 27-99	Análisis por tamices de suelo fino y grueso
7.	AASHTO M 145-91 (2000)	Método de ensayo estándar para clasificación de los suelos y mezclas de suelo-agregado para la construcción de carreteras
8.	ASTM D 2487-00	Norma estándar de Clasificación de Suelos para fines de ingeniería (Sistema Unificado de Clasificación de suelos (SUCS))
9.	ASTM D 2974-00	Método de ensayo para determinar el contenido de humedad, ceniza y materia orgánica de turba y otros suelos orgánicos
10.	AASHTO T 193-99 (2003)	Método de ensayo para determinar el Valor de Soporte de California (CBR)
11.	ASTM D 4829-03	Método de ensayo estándar para encontrar el índice de expansión de suelos
12.	ASTM D 6276-03	Ensayo para la determinación de la proporción suelo-cal mediante la utilización de pH

Los materiales, para los análisis de laboratorio, fueron extraídos del Jr. La unión cuadras 01 al 07, por el tesista, Velarde Pezo López, de la localidad de Juan Guerra Los ensayos al suelo natural y así determinar si el suelo es apto para ser

estabilizado con cal y determinación del porcentaje de cal a utilizar en la estabilización fueron:

- Determinación del contenido de humedad, ceniza y materia orgánica de turba y otros suelos orgánicos ASTM D 2974-00.
- Determinación del límite líquido del suelo AASHTO T 89-02.
- Determinación de límite plástico e índice de plasticidad AASHTO T 90-03.
- Especificación estándar para cal hidratada en estabilización de suelos ASTM C 977-03.
- Ensayo para la determinación de la proporción suelo-cal mediante la utilización de Ph ASTM D 6276-03

Todos estos trabajos, según especificaciones técnicas, de los ensayos mencionados,

Procedimientos seguidos para la realización de los ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos, en suelo natural y el incremento de la cal, para lograr la estabilización del suelo en estudio.

## **8.0 EXTRACCIÓN Y PREPARACIÓN DE MUESTRAS.**

Para los estudios de muestras inalteradas, se tuvo que cubrir proteger las muestras, la estructura y el contenido de humedad para representar las condiciones de campo, las muestras inalteradas fueron necesarias para ensayos de CBR. Las muestras inalteradas se extrajeron con los moldes de CBR y un accesorio de este, que permitió cortar el suelo. Se protegió y trasladó al laboratorio para su inmediato ensayo, el CBR así calculado, está asociado a la densidad y humedad natural.

Las muestras alteradas fueron obtenidas mediante excavación con herramienta manual en cantidades suficientes para la realización de todos los ensayos previstos. Las muestras así obtenidas fueron acondicionadas y transportadas al Laboratorio en recipientes adecuadamente cerrados. El muestreo fue hecho con mucho cuidado para evitar la contaminación del material.



## **9.0 ENSAYOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS.**

Para los ensayos de las propiedades físicas, las muestras fueron realizadas del contenido de humedad, densidad real de los suelos, límites de consistencia y granulometría, conforme los métodos y procedimientos descritos en las Normas.

## **10.0 PROPORCIONAMIENTO Y MEZCLADO DE LAS MUESTRAS.**

### **11.0 PORCENTAJE MÍNIMO DE CAL**

El porcentaje mínimo de cal hidratada, se ha tenido en cuenta, de acuerdo al tipo de suelo estabilizado a conseguir, que permita obtener una capacidad de soporte del suelo,

### **12.0 PORCENTAJE ÓPTIMO DE CAL**

Se tuvo que hacer ensayos con diferentes porcentajes de cal (1, 2, 3, 4, 5 %), obteniendo un porcentaje óptimo de cal, permite aprovechar al máximo los efectos de la cal sobre el suelo a tratar, con un sobre costo mínimo con respecto a los anteriores planteamientos. de esta forma, se logrará un material con unas propiedades geotécnicas y resistentes adecuadas, que no sólo cumpla las especificaciones necesarias, sino que, además, tenga características y comportamientos de durabilidad mucho mejores.

La determinación de la cantidad óptima de cal en las mezclas fue hecha a través del método del Ph, hecho por Eades y Grim (1966), especificado en la norma ASTM C 977 (preparación de muestra) y el desarrollo del ensayo regido por la norma ASTM D 6276. El procedimiento adoptado consistió en las siguientes etapas:

- Fue hecha la mezcla de aproximadamente 100g de suelo con cal hidratada, en la que el suelo y la cal fueron pasados por el tamiz N° 40 (0,42mm).
- Fueron utilizados los siguientes porcentajes de cal hidratada en relación al peso seco de la mezcla: 1, 2%, 3%, 4%, 5, %.
- 20g de la mezcla fueron colocados en probetas y se adicionó agua destilada en la misma cantidad, o sea, la relación agua/material seco quedó igual a la unidad.
- La solución fue agitada por 30 segundos y en seguida dejada en reposo.

- A cada 10 minutos se repitió la agitación por 30 segundos y al final de 1 hora, se midió el Ph.

### **13.0 ENSAYO DE DENSIDAD NATURAL**

Por el ensayo de densidad natural, se conoce la condición natural del terreno de fundación, otra aplicación de este ensayo es en los controles de compactación de campo para el caso de la conformación de terraplenes, capas de afirmado, base y sub base. Conociendo la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad del suelo a compactar, se puede verificar el porcentaje de compactación con este ensayo.

El equipo y método usado para medir la densidad natural del suelo y contenido de humedad fue el cono y la arena.

### **14.0 ENSAYO PROCTOR MODIFICADO, ASTM D 1557**

El suelo extraído de campo fue compactado en un molde de dimensiones conocidas, con diferentes contenidos de humedad. Para contenidos bajos de humedad el suelo no se compactó adecuadamente, porque no existe la lubricación que permita el acomodo de las partículas. Para altos contenidos de humedad el suelo pierde densidad, porque el agua entre las partículas impide que estas se junten. Solo se tendrá una máxima densidad seca, MDS. La humedad a la que la muestra alcanza su máxima densidad seca MDS, se denomina óptimo contenido de humedad OCH.

### **15.0 CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)**

Se usaron dos métodos para determinar el valor de CBR:

**CBR en muestras inalteradas**, que es recomendado para subrasantes de suelos finos. Consistió en obtener una muestra inalterada de campo, que fue protegida para que no pierda su humedad natural. En el laboratorio se realizó el ensayo de penetración en su condición natural y saturada, siguiendo el mismo procedimiento que en muestras remoldeadas

**CBR en muestras remoldeadas**, método que recomendado para subrasantes granulares, materiales de base, sub base y afirmado.

Los especímenes se ensayaron en su condición natural y saturada, luego de un período de inmersión en agua, la condición saturada fue la más desfavorable.

## **16.0 MÉTODO DE ESTUDIO DE TRÁFICO**

El método de control aplicado fue el conteo vehicular mediante medios manuales, ya que este procedimiento suministra una información más completa mediante periodos de tiempos cortos, así mismo se aplicaron encuestas de origen y destino en la Estación de Control determinada, deteniendo a todos los vehículos que circulan por el tramo seleccionado y entrevistando a sus conductores y pasajeros sobre el lugar de procedencia, destino, motivo de viaje, tipo de carga, embalaje y otras variables de importancia para el Estudio.

Los trabajos de campo se efectuaron con la instalación de una estación ubicada en el ingreso y salida de la localidad y el Jr. La unión, localidad de Juan Guerra, donde se tomaron los datos de manera continua las 24 horas del día durante siete días, cinco días laborables y dos días de fin de semana.

## **CLIMA**

Obtener de SENAMHI para la estación meteorológica más cercana a la localidad de Juan Guerra, información de los últimos 10 años:

TEMPERATURA: Máximas, mínimas y promedios mensuales.

PRECIPITACION: Precipitación mensual

## **17.0 DESCRIPCIÓN DE LOS PERFILES ESTRATIGRAFICOS DEL SUELO DEL LUGAR DE ESTUDIO:**

### **Calicata N° 01- Cdra. 01 - L/Izq. - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasante.**

Un primer estrato de 0.00 a 0.20 m. Conformado por una Material de afirmado mezcla de grava arena limo y arcilla suelo denso de color marrón

Un segundo estrato de 0.20 a 1.50 m. Conformado por una Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón, de alta plasticidad con respecto L.L., de alta plasticidad con respecto al I.P. con 97.65% de finos (Que pasa la malla N° 200),

L.L.= 46.78% e I.P.= 19.61%, de expansión media en condición normal con respecto al I.P. De clasificación: **SUCCS= CL** y **ASSHTO= A-7-6(20)**

**Calicata N° 02- Cdra. 02 - L/lzq. - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasante.**

Un primer estrato de 0.00 a 0.20 m. Conformado por una Material de afirmado mezcla de grava arena limo y arcilla suelo denso de color marrón

Un segundo estrato de 0.20 a 1.50 m. Conformado por una Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón oscuro, de alta plasticidad con respecto L.L., de alta plasticidad con respecto al I.P. con 91.74% de finos (Que pasa la malla N° 200), L.L.= 41.16% e I.P.= 15.87%, de expansión media en condición normal con respecto al I.P. De clasificación: **SUCCS= CL** y **ASSHTO= A-7-6(16)**

**Calicata N° 03- Cdra. 03 - L/D - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasante.**

Un primer estrato de 0.00 a 0.30 m. Conformado por una Material de afirmado mezcla de grava arena limo y arcilla suelo denso de color marrón

Un segundo estrato de 0.30 a 1.50 m. Conformado por una Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón, de alta plasticidad con respecto L.L., de alta plasticidad con respecto al I.P. con 98.26% de finos (Que pasa la malla N° 200), L.L.= 44.74% e I.P.= 18.44%, de expansión media en condición normal con respecto al I.P. De clasificación: **SUCCS= CL** y **ASSHTO= A-7-6(20).**

**Calicata N° 04 - Cdra. 04 - L/lzq. - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasante.**

Un primer estrato de 0.00 a 0.20 m. Conformado por una Material de afirmado mezcla de grava arena limo y arcilla suelo denso de color marrón

Un segundo estrato de 0.30 a 1.50 m. Conformado por una Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón, de alta plasticidad con respecto L.L., de alta plasticidad con respecto al I.P. con 94.24% de finos (Que pasa la malla N° 200), L.L.= 44.34% e I.P.= 18.19%, de expansión media en condición normal con respecto al I.P. De clasificación: **SUCCS= CL** y **ASSHTO= A-7-6(20).**

### **Calicata N° 05- Cdra. 05 - L/D - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasante.**

Un primer estrato de 0.00 a 0.20 m. Conformado por una Material de afirmado mezcla de grava arena limo y arcilla suelo denso de color marrón

Un segundo estrato de 0.20 a 1.50 m. Conformado por una Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón, de alta plasticidad con respecto L.L., de media plasticidad con respecto al I.P. con 93.44% de finos (Que pasa la malla N° 200), L.L.= 39.19% e I.P.= 17.74%, de expansión media en condición normal con respecto al I.P. De clasificación: **SUCCS= CL y ASSHTO= A-7-6(20).**

### **Calicata N° 06- Cdra. 06 - L/lzq. - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasante**

Un primer estrato de 0.00 a 0.20 m. Conformado por una Material de afirmado mezcla de grava arena limo y arcilla suelo denso de color marrón

Un segundo estrato de 0.20 a 1.50 m. Conformado por una Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón, de alta plasticidad con respecto L.L., de alta plasticidad con respecto al I.P. con 95.19% de finos (Que pasa la malla N° 200), L.L.= 44.57% e I.P.= 19.26%, de expansión media en condición normal con respecto al I.P. De clasificación: **SUCCS= CL y ASSHTO= A-7-6(20).**

### **Calicata N° 07- Cdra. 07 - L/D - L/lzq. - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasante**

Un primer estrato de 0.00 a 0.20 m. Conformado por una Material de afirmado mezcla de grava arena limo y arcilla suelo denso de color marrón

Un segundo estrato de 0.20 a 1.50 m. Conformado por una Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón, de alta plasticidad con respecto L.L., de media plasticidad con respecto al I.P. con 98.56% de finos (Que pasa la malla N° 200), L.L.= 45.62% e I.P.= 19.23%, de expansión media en condición normal con respecto al I.P. De clasificación: **SUCCS= CL y ASSHTO= A-7-6(20).**

**18.0 CARACTERÍSTICA, DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS-  
RESISTENCIA - RESULTADOS OBTENIDOS - SUELO NATURAL (T.D.F.)-  
SUB RASANTE**

<b>CALICATA N° - CAPA N°</b>	<b>Calicata N° 01- Capa 02 - Cdra. 01 - L/Izq.</b>	<b>Calicata N° 02- Capa 02 - Cdra. 02 - L/Izq.</b>	<b>Calicata N° 03- Capa 02 - Cdra. 03 - L/D</b>	<b>Calicata N° 04- Capa 02 - Cdra. 04 - L/Izq.</b>	<b>UNIDADES</b>
PROFUNDIDAD (m.)	0.20 – 1.50	0.20 – 1.50	0.30 – 1.50	0.20 - 1.50	m
C.B.R. AL 100% de compactación	10.41%	10.93%	8.48%	12.16%	%
C.B.R. AL 95% de compactación	<b>6.38%</b>	<b>7.61%</b>	<b>5.88%</b>	<b>7.26%</b>	%
<b>PROCTOR MODIFICADO</b>					
Máxima Densidad	1.84	1.90	1.85	1.85	Gr./cm3
Humedad Optima %	12.90	11.00	11.60	13.00	%
% de Humedad Natural	16.72	10.32	8.30	16.23	%
GRANULOMETRÍA					
% pasa la malla N° 4	100.00%	100.00%	100.00%	99.91%	%
% pasa la malla N° 10	99.75%	99.95%	99.92%	99.69%	%
% pasa la malla N° 40	99.17%	96.20%	99.67%	98.91%	%
% pasa la malla N° 200	97.65%	91.74%	98.26%	94.24%	%
LÍMITES DE CONSISTENCIAS					
Límite Líquido	46.78	41.16	44.74	44.34	%
Límite Plástico	27.174	25.29	26.30	26.15	%
Índice de Plasticidad	19.61	15.87	18.44	18.19	%
Clasificación SUCCS	<b>CL</b>	<b>CL</b>	<b>CL</b>	<b>CL</b>	
Clasificación ASHHTO	<b>A-7-6(20)</b>	<b>A-7-6(16)</b>	<b>A-7-6(20)</b>	<b>A-7-6(20)</b>	

<b>CALICATA N° - CAPA N°</b>	<b>Calicata N° 05- Capa 02 - Cdra. 05 - L/D</b>	<b>Calicata N° 06- Capa 02 - Cdra. 06 - L/lzq.</b>	<b>Calicata N° 07- Capa 02 - Cdra. 07 - L/D - L/lzq.</b>	<b>UNIDADES</b>
PROFUNDIDAD (m)	0.20 – 1.50	0.20 – 1.50	0.20 – 1.50	m
C.B.R. AL 100% de compactación	10.58%	9.88%	10.40%	%
C.B.R. AL 95% de compactación	<b>6.56%</b>	<b>6.47%</b>	<b>6.21%</b>	%
<b>PROCTOR MODIFICADO</b>				
Máxima Densidad	1.85	1.82	1.85	Gr/cm3
Humedad Optima %	13.80	14.60	13.50	%
% de Humedad Natural	19.63	10.32	24.14	%
<b>GRANULOMETRÍA</b>				
% pasa la malla N° 4	99.72%	99.81%	0.00%	%
% pasa la malla N° 10	99.26%	99.70%	99.92%	%
% pasa la malla N° 40	98.48%	99.03%	99.43%	%
% pasa la malla N° 200	93.44%	95.19%	98.56%	%
<b>LÍMITES DE CONSISTENCIAS</b>				
Límite Líquido	39.19	44.57	45.62	%
Límite Plástico	21.447	25.31	26.39	%
Índice de Plasticidad	17.743	19.26	19.23	%
Clasificación SUCCS	<b>CL</b>	<b>CL</b>	<b>CL</b>	
Clasificación ASHTO	<b>A-6(18)</b>	<b>A-7-6(20)</b>	<b>A-7-6(20)</b>	

## 19.0 RESULTADOS OBTENIDOS - SUELO NATURAL INALTERADO

Valor Soporte Relativo (C.B.R.) Saturado- ASTM - D 1883					UNIDADES
	Antes de suturar	después de suturar (4 días)	Antes de suturar	después de suturar (4 días)	
<i>Compactación</i>					
Densidad Seca	1.53	1.55	1.53	1.57	gr/cm3
% de Humedad	20.23	22.39	19.38	21.76	%
Expansión	0.24		0.28		%
Valor Soporte Relativo (C.B.R.) - ASTM - D 1883	CBR-1"				%
	1.22		1.20		

Valor Soporte Relativo (C.B.R.) Saturado- ASTM - D 1883					UNIDADES
	Antes de suturar	después de suturar (4 días)	Antes de suturar	después de suturar (4 días)	
<i>Compactación</i>					
Densidad Seca	1.52	1.56			gr/cm3
% de Humedad	20.42	22.63			%
Expansión	0.22				%
Valor Soporte Relativo (C.B.R.) - ASTM - D 1883	CBR-1"				%
	1.25				

Valor Soporte Relativo (C.B.R.) Sin Saturado- ASTM - D 1883					UNIDADES
Densidad Seca	1.53	1.54	1.51		grs/cm3
% de Humedad	21.02	20.81	21.58		%
Valor Soporte Relativo (C.B.R.) - ASTM - D 1883					%
CBR-1"	3.76	3.37	3.58		



**20.0 CARACTERÍSTICA, DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS-  
RESISTENCIA - RESULTADOS OBTENIDOS - COMBINACIONES DE SUELO  
+ CAL HIDRATADA (MONTAFOS 21) (% DE CAL)**

<b>COMBINACIONES</b>	<b>1%</b>	<b>2%</b>	<b>3%</b>	<b>UNIDADES</b>
C.B.R. AL 100% de compactación	14.12%	22.37%	30.07%	%
C.B.R. AL 95% de compactación	<b>10.69%</b>	<b>16.72%</b>	<b>22.73%</b>	%
<b>PROCTOR MODIFICADO</b>				
Máxima Densidad	1.93	1.90	1.90	Gr./cm3
Humedad Optima %	9.50	9.30	10.30	%
<b>GRANULOMETRÍA</b>				
% pasa la malla N° 4	100.00%	0.00%	100.00%	%
% pasa la malla N° 10	99.91%	99.99%	99.84%	%
% pasa la malla N° 40	99.63%	99.82%	99.15%	%
% pasa la malla N° 200	97.70%	97.56%	95.21%	%
<b>LÍMITES DE CONSISTENCIAS</b>				
Límite Líquido	39.54	38.10	38.07	%
Límite Plástico	28.271	27.45	28.24	%
Índice de Plasticidad	11.27	10.65	9.83	%
Clasificación SUCCS	<b>ML</b>	<b>ML</b>	<b>ML</b>	
Clasificación ASHHTO	<b>A-6(13)</b>	<b>A-6(12)</b>	<b>A-4(11)</b>	
Peso Específico ASTM D - 854	2.61	2.64	2.65	gr/cm3
% suelo + cal utilizando pH (Potencio métrico)	12.3	12.8	13.0	%

<b>COMBINACIONES</b>	<b>4%</b>	<b>5%</b>	<b>UNIDADES</b>
C.B.R. AL 100% de compactación	31.53%	<b>45.61%</b>	%
C.B.R. AL 95% de compactación	<b>38.13%</b>	<b>38.10%</b>	%
<b>PROCTOR MODIFICADO</b>			
Máxima Densidad	1.90	1.89	Grs./cm3
Humedad Optima %	11.30	11.40	%
<b>GRANULOMETRÍA</b>			
% pasa la malla N° 4	100.00%	0.00%	%
% pasa la malla N° 10	99.91%	99.99%	%
% pasa la malla N° 40	98.71%	99.50%	%
% pasa la malla N° 200	95.20%	96.28%	%
<b>LÍMITES DE CONSISTENCIAS</b>			
Límite Líquido	31.65	33.37	%
Límite Plástico	23.50	25.69	%
Índice de Plasticidad	8.15	7.68	%
Clasificación SUCCS	<b>ML</b>	<b>ML</b>	
Clasificación ASHHTO	<b>A-4(8)</b>	<b>A-4(8)</b>	
Peso Específico ASTM D - 854	2.67	2.68	grs/cm3
% suelo + cal utilizando pH (Potencio métrico)	13.10	13.20	%

## CONCLUSIONES.

- Se han realizado pruebas de estabilización de la sub rasante con cal en porcentajes que varían de 1% al 5% del peso de la muestra.
- Para efectos de diseño se ha considerado una sub base de  $e=15$  cm, con CBR 40%, al 100% de la máxima densidad seca del proctor modificado, para servir de capa de drenaje al pavimento, para controlar o eliminar los cambios de volumen, elasticidad y plasticidad perjudiciales del material de la subrasante.
- La caracterización del suelo estudiado consiste de arcilla plástica, inorgánica, con un valor del Índice de Plasticidad desde una plasticidad alta a media.
- Se ha verificado que al aumentar el porcentaje de cal en el suelo se reduce el Límite Líquido y aumenta el Límite Plástico, con la consiguiente reducción del Índice de Plasticidad.
- Al aumentar el porcentaje de cal se reduce la plasticidad como se demuestra en la clasificación del suelo.
- El CBR del suelo natural presentan resistencia baja y adicionando los porcentajes de cal (1% a 5%) se observan mayores valores de resistencia del CBR.
- Los resultados demuestran que al estabilizar el suelo se aumenta el CBR de la subrasante.
- Se ha determinado como 5% el porcentaje óptimo de cal a utilizarse en la mezcla suelo – cal para estabilizar la subrasante de la zona estudiada. Para este contenido de cal en la muestra la densidad de compactación máxima tiende a estabilizarse en  $1.89 \text{ gr/cm}^3$  y aumentar el contenido óptimo de agua, al igual que el peso volumétrico de la muestra.
- Los resultados del diseño del pavimento y el análisis de sensibilidad utilizando las fórmulas racionales, indican que al estabilizar el suelo se obtienen menores espesores de la losa de concreto, según el porcentaje de cal en la muestra.
- Para las consideraciones adoptadas, como es el efecto del tránsito medido en Ejes Equivalentes (EE) acumulados, así como lo obtenido en el Capítulo VI, se ha determinado como espesor óptimo del pavimento rígido en  $d = (6 \text{ pulgadas})$ , Sub base con  $h = 15 \text{ cm}$  y  $\text{CBR} = 40\%$  y estabilización de la Subrasante con adición de 5% de Cal en un espesor de 16.60 cm, sin sub base.

- El aporte del presente trabajo está enfocado a mejorar y optimizar el diseño de pavimentos rígidos con juntas en vías urbanas que ejecuta la Municipalidad Distrital de Juan Guerra de la Región San Martín.
- Hasta un rango de 5'000,000 EE (que es el rango en que la mayoría de las ciudades de la región San Martín se encuentran) se debe adoptar un espesor de losa de concreto óptimo de (6 pulgadas), debiendo cumplir con las condiciones de la subrasante estudiada.

## **RECOMENDACIONES**

Según los resultados obtenidos con la estabilización de cal al terreno de fundación – sub rasante natural y el diseño del pavimento rígido, se recomienda lo siguiente:

- Complementar los Estudios de Tráfico, con los estudios de cargas y medida de presión de llantas.
- Realizar estudios que permitan la instrumentación para verificar el comportamiento de la sub rasante estabilizada.
- Realizar estudios que permitan monitorear el tráfico en la vía estudiada.
- Aplicar modelos numéricos que representen el comportamiento de sub rasantes estabilizadas.
- Para el proceso constructivo, se recomienda primeramente cortar eliminar toda la materia orgánica, dando su respectivo bombeo, luego escarificar de 15 cm, mezclar con la cal hidratada, en un porcentaje de 5.00%, batir uniformizar hasta llegar al contenido óptimo de humedad, reconformar, compactar, que la plataforma quede plana y sin acolchonamientos, luego realizar el control de calidad en obra, pruebas de densidad de campo, % de compactación al 100% de la máxima densidad seca del proctor modificado, para luego colocar la capa anticontaminante 5.00 cm, para luego encofrar y vaciar el concreto
- COMPARACIÓN SE OBSERVA EL DISEÑO CON EL CBR, 5.88% ES UN ESPESOR DE 15.25 CM CONCRETO Y 15 SUB BASE COMPARANDO CON LA COMBINACION DE CAL CON EL CBR 45.61% SE OBTINENE MEJOR RESULTADO UN ESPESOR DE 16.60 CM SIN SUB BASE.

# **RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS CORRESPONDIENTES A LAS EXCAVACIONES DE LAS CALICATAS EJECUTADAS EN EL AREA DE ESTUDIO**

- DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D – 2216
- ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D – 422
- DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D – 4318
- DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D – 4318
- RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557
- VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.) ASTM - D 1883
- REGISTRO DE EXCAVACION

<b>Proyecto</b>	:	<b>Tesis:</b> Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016	<b>Kilometraje:</b>	-
<b>Localización</b>	:	Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín	<b>Prof. de Muestra:</b>	0.20 - 1.50
<b>Muestra</b>	:	Calicata N° 01- Capa 02 - <b>Cdra. 01 - L/lzq. - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasante</b>	<b>Fecha:</b>	Noviembre del 2016
<b>Material</b>	:	Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - <b>SUELO ALTERADO COMPACTADO Y CBR - SATURADO CUATRO DIAS</b>		
<b>Para Uso</b>	:	Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido		
<b>Perforación</b>	:	Cielo Abierto		
<b>Hecho Por</b>	:	Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López		

**DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs	22.40	22.93	20.84
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO grs	112.78	120.20	121.07
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs	99.85	106.11	106.86
PESO DEL AGUA grs	12.93	14.09	14.21
PESO DEL SUELO SECO grs	77.45	83.18	86.02
% DE HUMEDAD	16.69	16.94	16.52
PROMEDIO % DE HUMEDAD	16.72		

**PESO ESPECÍFICO ASTM D - 854**

TARRO	1	2	3	
PESO FRASCO+AGUA+SUELO				grs.
PESO FRASCO+AGUA				grs.
PESO SUELO SECO				grs.
PESO SUELO EN AGUA				grs.
VOLUMEN DEL SUELO				cm3
PESO ESPECIFICO				grs./cm3
PROMEDIO				grs./cm3

**PESO UNITARIO SUELTO ASTM D - 4253**

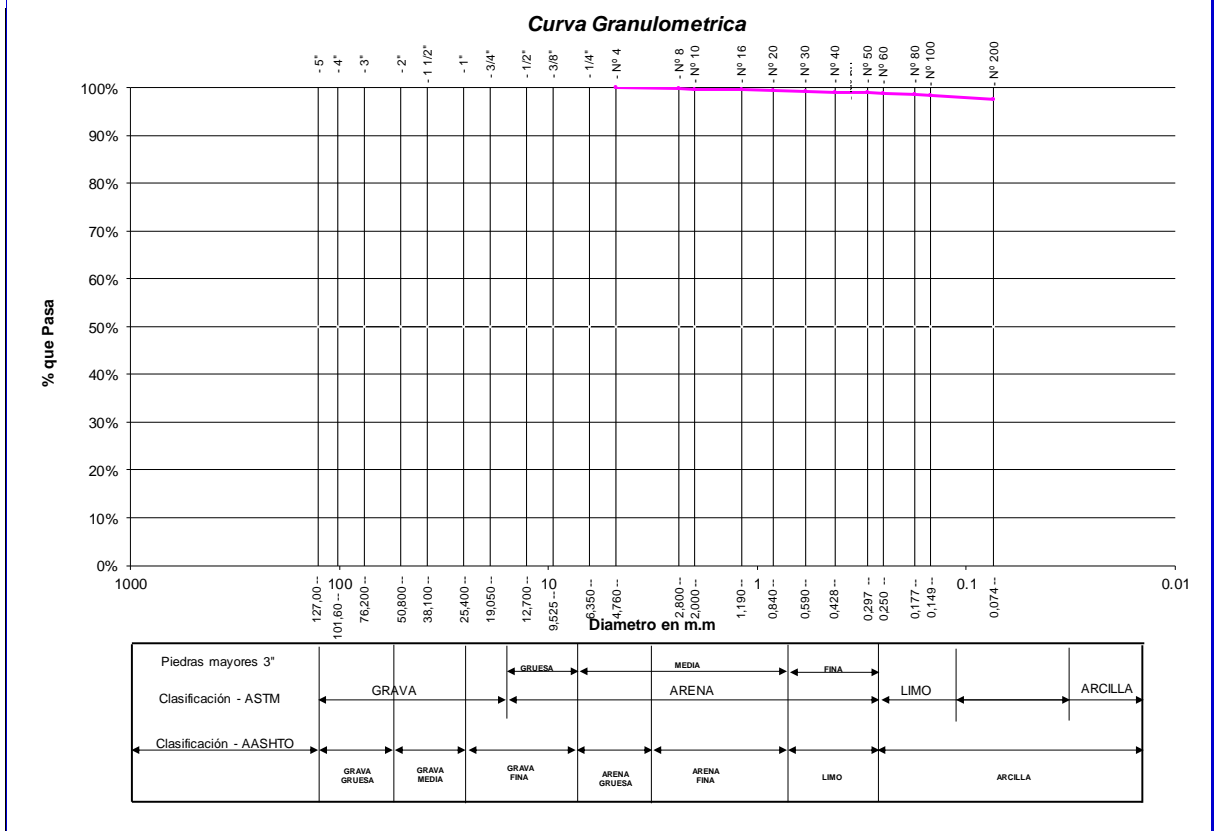
ENSAYO	1	2	3	
PESO MOLDE + MATERIAL				grs.
PESO DE MOLDE				grs.
PESO DE MATERIAL				grs.
VOLUMEN DE MOLDE				grs.
PESO UNITARIO				%
PROMEDIO				%

<b>Proyecto</b>	: Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016	<b>Perforación:</b>	Cielo Abierto
<b>Localización:</b>	Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín	<b>Kilometraje:</b>	-
<b>Muestra</b>	: Calicata Nº 01- Capa 02 - Cdra. 01 - L/Izq. - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasante	<b>Profundidad de Muestra:</b>	0.20 - 1.50
<b>Material</b>	: Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - SUELO ALTERADO COMPACTADO Y CBR -	<b>Hecho Por:</b>	Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde P
<b>Para Uso</b>	: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido	<b>Fecha:</b>	Noviembre del 2016

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422**

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø	(mm)					
5"	127.00					Modulo de Fineza AF:
4"	101.60					Modulo de Fineza AG:
3"	76.20					Equivalente de Arena:
2"	50.80					<b>Descripción Muestra:</b>
1 1/2"	38.10					Arcilla inorgánica
1"	25.40					
3/4"	19.050					<b>SUCS =</b> <b>CL</b> <b>AASHTO =</b> <b>A-7-6(20)</b>
1/2"	12.700					LL = 46.78 WT =
3/8"	9.525					LP = 27.17 WT+SAL =
1/4"	6.350					IP = 19.61 WSAL =
Nº 4	4.760	0.00	0.00%	100.00%		WT+SDL =
Nº 8	2.380	1.29	0.14%	99.86%		WSDL =
Nº 10	2.000	1.07	0.11%	99.75%		%ARC. = 97.65
Nº 16	1.190	0.76	0.08%	99.67%		%ERR. =
Nº 20	0.840	1.18	0.13%	99.54%		Cu =
Nº 30	0.590	1.80	0.19%	99.35%		
Nº 40	0.426	1.71	0.18%	99.17%		
Nº 50	0.297	1.73	0.18%	98.99%		
Nº 60	0.250	1.34	0.14%	98.84%		
Nº 80	0.177	2.38	0.25%	98.59%		
Nº 100	0.149	0.71	0.08%	98.52%		
Nº 200	0.074	8.16	0.87%	97.65%		
Fondo	0.01	918.87	97.65%	100.00%		
PESO INICIAL	941.00					

**Observaciones :**  
Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón, de alta plasticidad con respecto L.L., de alta plasticidad con respecto al I.P. con 97.65% de finos (Que pasa la malla Nº 200), L.L.= 46.78% e I.P.= 19.61%, de expansión media en condición normal con respecto al I.P.



**Proyecto** : Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016

**Localización** : Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín

**Perforación:** Cielo Abierto

**Muestra** : Calicata N° 01 - Capa 02 - Cdra. 01 - L/lzq. - Suelo Natural (T.D.F.)- sub ras

**Kilometraje:** -

**Material** : Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - SUELO ALTERAD

**Profundidad de la Muestra:** 0.20 - 1.50

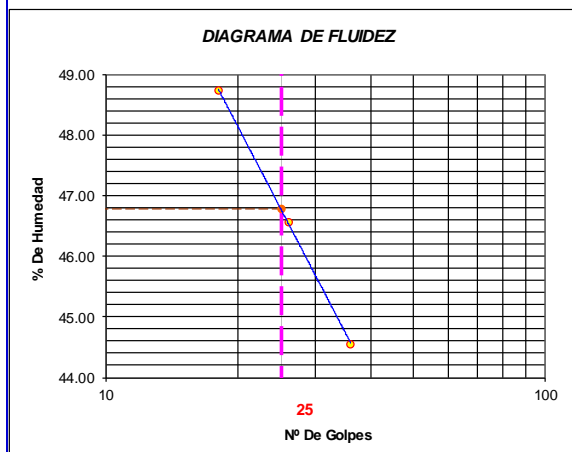
**Para Uso** : Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido

**Hecho Por:** Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde P

**Fecha:** Noviembre del 2016

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D - 4318**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs	22.31	24.07	22.53
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO g	94.21	99.93	95.17
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs	70.65	75.83	72.78
PESO DEL AGUA grs	23.56	24.10	22.39
PESO DEL SUELO SECO grs	48.34	51.76	50.25
% DE HUMEDAD	48.74	46.56	44.56
NUMERO DE GOLPES	18	26	36



Índice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	46.78
Límite Plástico (%)	27.17
Índice de Plasticidad Ip (%)	19.61
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-7-6(20)
Índice de consistencia Ic	

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D - 4318**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs	9.05	8.57	8.93
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO g	58.77	60.87	57.17
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs	48.16	49.65	46.89
PESO DEL AGUA grs	10.61	11.22	10.28
PESO DEL SUELO SECO grs	39.11	41.08	37.96
% DE HUMEDAD	27.13	27.31	27.08
% PROMEDIO	27.17		



**Proyecto:** Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jirón la Unión - Juan Guerra 2016

**Localización:** Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín

**Muestra:** Calicata Nº 01- Capa 02 - Cdra. 01 - L/Izq. - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasante

**Material:** Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - SUELO ALTERADO COMPACT.

**Para Uso:** Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido

**Perforación:** Cielo Abierto

**Kilometraje:** -

**Profundidad de Muestra:** 0.20 - 1.50

**Hecho Por:** Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde F

**Fecha:** Noviembre del 2016

**Nº Golpes / capa:** 56

**Nº Capas:** 5

**Peso del Martillo:** 10 Lbs.

**Dimensiones del Molde:** **Diametro:** 15.2

**Altura:** 11.6

**Vol.:** 2102

**Sobrecarga:** 10 Lbs.

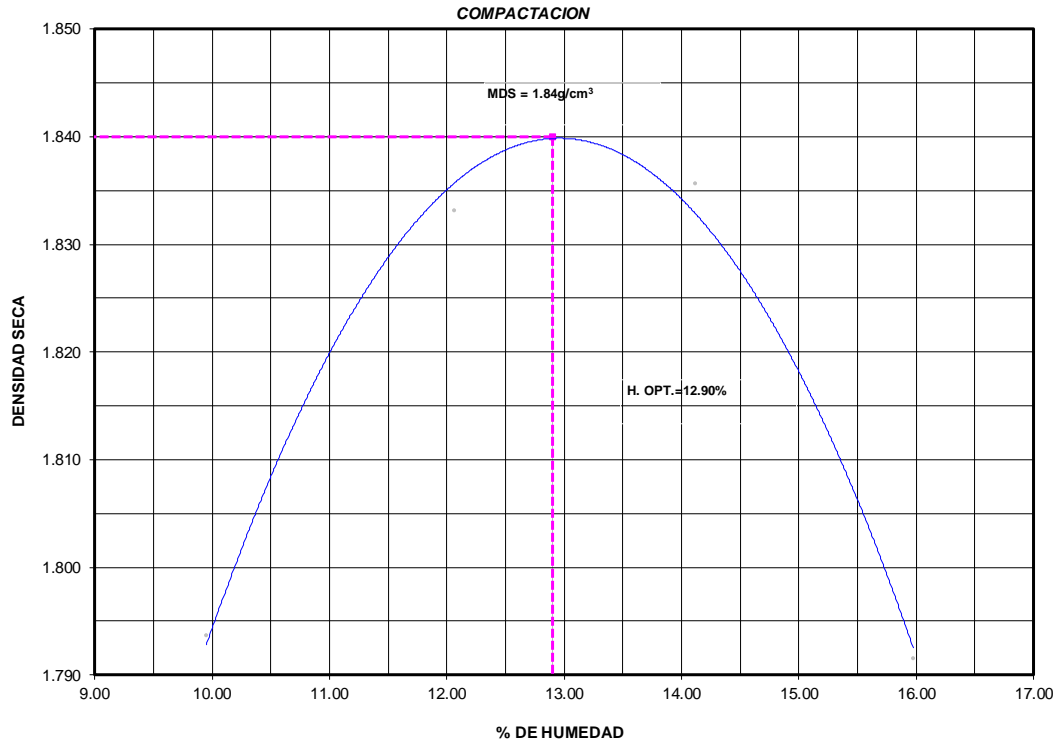
**RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557**

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

MUESTRA Nº	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)	33.25	28.55	33.05	29.15
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	165.19	173.40	182.49	170.58
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	153.25	157.80	164.00	151.10
PESO DEL AGUA (grs)	11.94	15.60	18.49	19.48
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	120.0	129.3	131.0	122.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	9.95	12.07	14.12	15.97
% PROMEDIO	9.95	12.07	14.12	15.97

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD**

CONTENIDO DE HUMEDAD %	9.95	12.07	14.12	15.97
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	6850	7023	7108	7072
PESO DEL MOLDE (grs)	2705	2705	2705	2705
PESO DEL SUELO (grs)	4145	4318	4403	4367
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	1.972	2.054	2.095	2.078
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.794	1.833	1.836	1.792
			Densidad Máxima (grs/cm3)	1.840
			Humedad Óptima%	12.90



## VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.) ASTM - D 1883

**PROYECTO :** Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016

**LOCALIZACION:** Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Regi

**KILOMETRAJE:** -

**MUESTRA :** Calicata N° 01- Capa 02 - Cdra. 01 - L/lzq. - Suelo Natural (T.E

**HECHO POR :** Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pez

**MATERIAL :** Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - SUELO /

**FECHA :** Noviembre del 2016

### COMPACTACIÓN

Molde N°	04	05	06
N° de golpes por capa	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	6000	6000	6000
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8595	8698	9017
Peso del molde (gramos)	4310	4195	4260
Peso del suelo húmedo (grs.)	4285	4503	4757
Volumen del molde (cc)	2290	2290	2290
Densidad húmeda (grs./cm3)	1.87	1.97	2.08
Densidad seca (grs./cm3)	<b>1.66</b>	<b>1.75</b>	<b>1.84</b>
Tarro N°	10	12	16
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	197.20	189.10	197.90
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	178.71	171.65	178.50
Peso del agua (grs.)	18.49	17.45	19.40
Peso del tarro (grs.)	30.10	32.40	28.54
Peso del suelo seco (grs.)	148.61	139.25	149.96
% de humedad	<b>12.44</b>	<b>12.53</b>	<b>12.94</b>
PROMEDIO DE HUMEDAD			

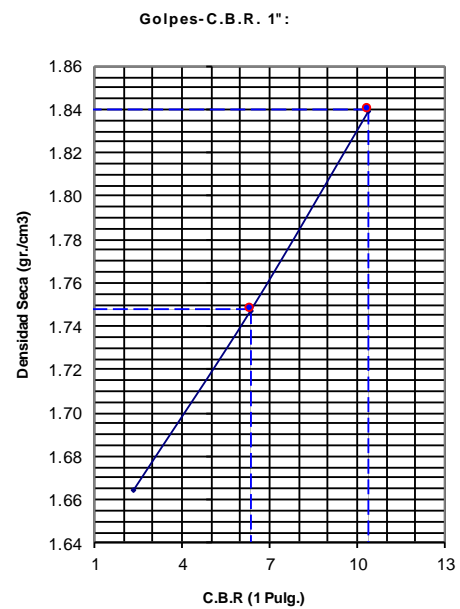
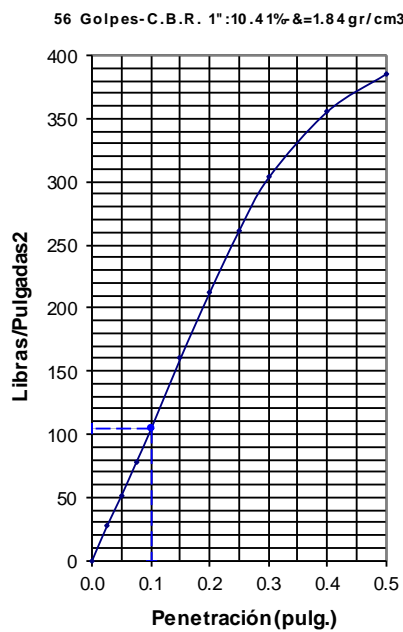
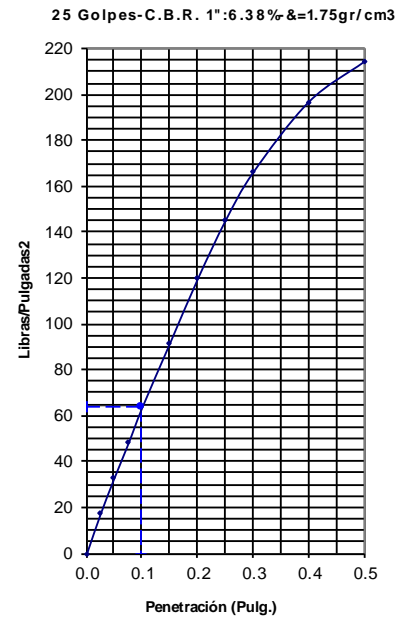
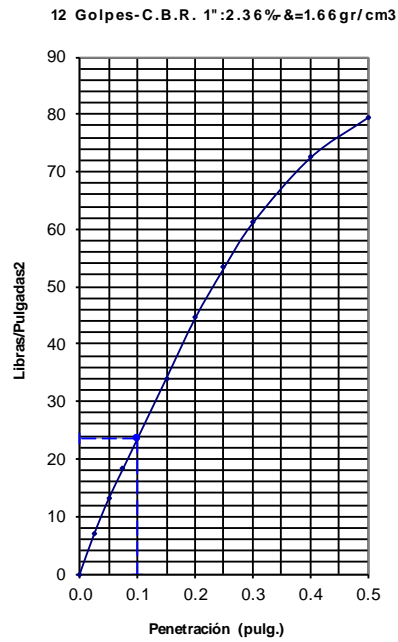
### EXPANSIÓN

FECHA	TIEMPO	LECTURA			EXPANSIÓN			LECTURA			EXPANSIÓN		
		DIAL	Mm.	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%			
		223	0	0	256	0	0	180	0	0			
		288	65	1.42	325	69	1.51	251	71	1.55			
		340	117	2.56	371	115	2.52	298	118	2.58			
		395	172	3.77	430	174	3.81	351	171	3.74			
		435	212	<b>4.64</b>	470	214	<b>4.69</b>	390	210	<b>4.60</b>			

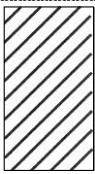
### PENETRACIÓN

PENETRACIÓN	MOLDE N°04-N° de Golpes			MOLDE N°05-N° de Golpes			MOLDE N°06- N° de Golpes		
	LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN	
	DIAL	Libras.	libras./pulg	DIAL	Libras.	Libras./pulg <sup>2</sup>	DIAL	Libras.	Libras./pulg <sup>2</sup>
0.000			0.00			0.00			0.00
0.025	1	21	7	7	52	17	12	81	27
0.050	4	39	13	16	100	33	26	155	52
0.075	7	55	18	24	144	48	41	233	78
0.100	10	71	<b>24</b>	33	191	<b>64</b>	56	312	<b>104</b>
0.150	16	102	34	49	275	92	88	480	160
0.200	22	134	45	65	359	120	118	638	213
0.250	27	160	53	80	435	145	146	784	261
0.300	32	184	61	92	498	166	170	910	303
0.400	38	218	73	109	590	197	200	1068	356
0.50	42	239	80	119	643	214	217	1157	386

<b>PROYECTO</b>	Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido	<b>ENSAYO:</b>	<b>C.B.R</b>
<b>LOCALIZACIÓN</b>	Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín	<b>Humedad Óptima Porct.. Mod.:</b>	
<b>MUESTRA</b>	Calicata N° 01- Capa 02 - Cdra. 01 - L/Izq. - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasante	<b>12.90 %</b>	
<b>MATERIAL</b>	Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - SUELO ALTO	<b>Max. Des. Porct.. Mod.:</b>	
<b>HECHO POR</b>	Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López	<b>1.840</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>



GOLPES	W. %	&.gr./cm <sup>3</sup>	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	12.44	1.66	4.64	90	2.36		95%	100%
25	12.53	1.75	4.69	95	6.38		6.38%	10.41
56	12.94	1.84	4.60	100	10.41			

REGISTRO DE EXCAVACION												
Ejecuta :		Tesisista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López					Elaboro :		Tesisista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López			
Proyecto :		Estudio de Mecánica de suelos					Reviso :					
		Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión -					Kilometraje:		-			
Ubicación		Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín					Fecha :		Noviembre del 2016			
Calicata		C-01		Nivel freático:		Prof. Exc.: 1.50 (m)		Cota As. 301.00 (msnm)		ESPESOR	HUMEDAD	Observ.
Cota As. (m)		Est.		Descripción del Estrato de suelo		CLASIFICACION			(m)			
301.00		I		Material de afirmado mezcla de grava arena limo y arcilla suelo denso de color marrón		AASHTO SUCS SIMBOLO			0.20		-	
300.80		II		Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón, de alta plasticidad con respecto L.L., de alta plasticidad con respecto al I.P. con 97.65% de finos (Que pasa la malla Nº 200), L.L.= 46.78% e I.P.= 19.61%, de expansión media en condición normal con respecto al I.P.		A-7-6(20) CL 			1.30		16.72	
299.50												
<b>OBSERVACIONES</b>										Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas ASTM, (registro sin escala)		

<b>Proyecto</b>	: Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016		
<b>Localización</b>	: Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín		
<b>Muestra</b>	: Calicata N° 02- Capa 02 - Cdra. 02 - L/lzq. - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasante		
<b>Material</b>	: Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón oscuro - <b>SUELO ALTERADO COMPACTADO Y CBR - SATURADO CUATRO DIAS</b>		
<b>Para Uso</b>	: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido	<b>Kilometraje:</b>	-
<b>Perforación</b>	: Cielo Abierto	<b>Prof. de Muestra:</b>	0.20 - 1.50
<b>Hecho Por</b>	: Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López	<b>Fecha:</b>	Noviembre del 2016

**DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs	20.21	20.26	22.26
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO grs	115.54	120.55	123.99
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs	107.07	110.97	114.19
PESO DEL AGUA grs	8.47	9.58	9.80
PESO DEL SUELO SECO grs	86.86	90.71	91.93
% DE HUMEDAD	9.75	10.56	10.66
PROMEDIO % DE HUMEDAD	10.32		

**PESO ESPECÍFICO ASTM D - 854**

TARRO	1	2	3	
PESO FRASCO+AGUA+SUELO				grs.
PESO FRASCO+AGUA				grs.
PESO SUELO SECO				grs.
PESO SUELO EN AGUA				grs.
VOLUMEN DEL SUELO				cm3
PESO ESPECIFICO				grs./cm3
PROMEDIO				grs./cm3

**PESO UNITARIO SUELTO ASTM D - 4253**

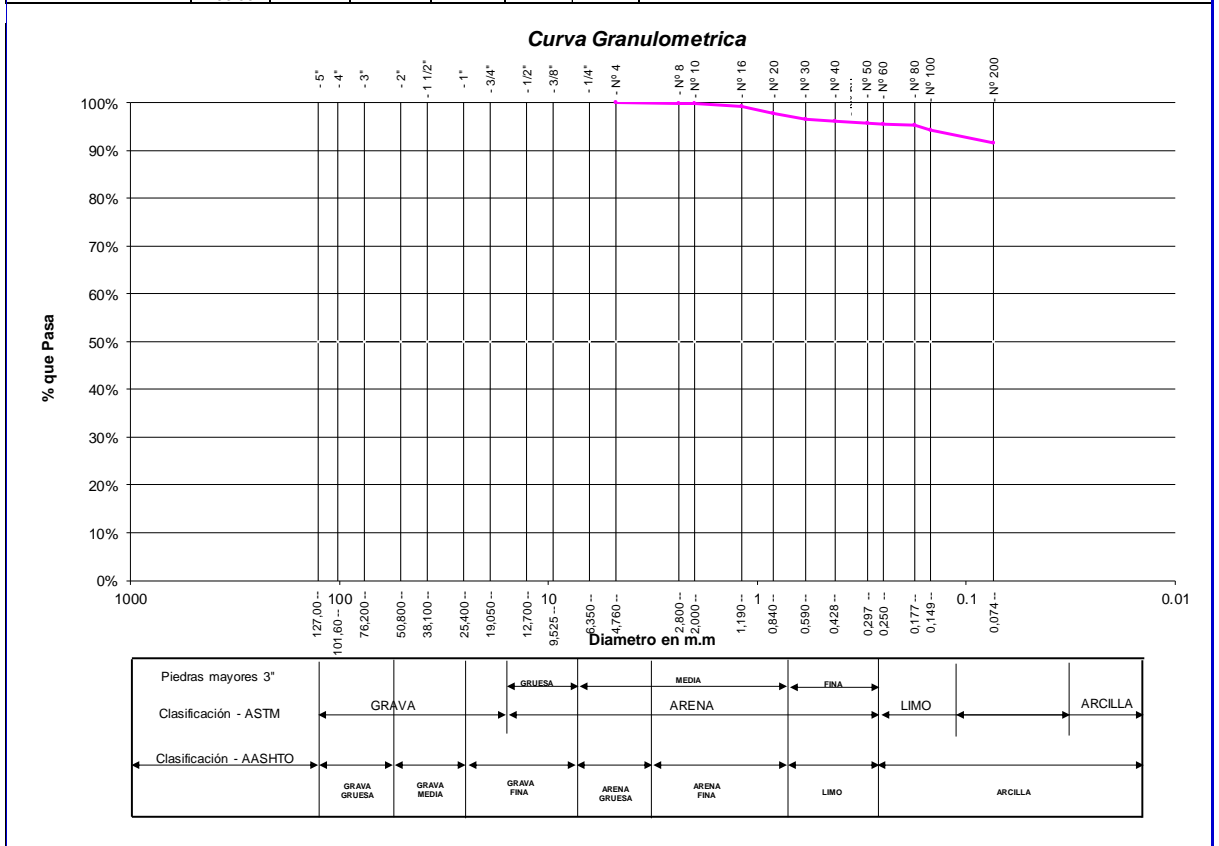
ENSAYO	1	2	3	
PESO MOLDE + MATERIAL				grs.
PESO DE MOLDE				grs.
PESO DE MATERIAL				grs.
VOLUMEN DE MOLDE				grs.
PESO UNITARIO				%
PROMEDIO				%

<b>Proyecto</b>	: Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016		
<b>Localización:</b>	Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín	<b>Perforación:</b>	Cielo Abierto
<b>Muestra</b>	: Calicata Nº 02- Capa 02 - Cdra. 02 - L/lzq. - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasante	<b>Kilometraje:</b>	-
<b>Material</b>	: Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón oscuro - SUELO ALTERADO COMPACTADO Y	<b>Profundidad de Muestra:</b>	0.20 - 1.50
<b>Para Uso</b>	: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido	<b>Hecho Por:</b>	Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde P
		<b>Fecha:</b>	Noviembre del 2016

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422**

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø	(mm)					Modulo de Fineza AF:
5"	127.00					Modulo de Fineza AG:
4"	101.60					Equivalente de Arena:
3"	76.20					<b>Descripción Muestra:</b>
2"	50.80					Arcilla inorgánica
1 1/2"	38.10					
1"	25.40					
3/4"	19.050					<b>SUCS =</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>CL</b> <b>AASHTO =</b> <b>A-7-6(16)</b>
1/2"	12.700					LL = <input checked="" type="checkbox"/> 41.16 WT =
3/8"	9.525					LP = <input checked="" type="checkbox"/> 25.29 WT+SAL =
1/4"	6.350					IP = <input checked="" type="checkbox"/> 15.87 WSAL =
Nº 4	4.760	0.00	0.00%	100.00%		WT+SDL =
Nº 8	2.380	0.11	0.01%	0.01%	99.99%	WSDL =
Nº 10	2.000	0.25	0.03%	0.05%	99.95%	%ARC. = <input checked="" type="checkbox"/> 91.74
Nº 16	1.190	5.80	0.77%	0.82%	99.18%	%ERR. = <input checked="" type="checkbox"/>
Nº 20	0.840	9.54	1.27%	2.09%	97.91%	Cu = <input checked="" type="checkbox"/>
Nº 30	0.590	9.39	1.25%	3.35%	96.65%	
Nº 40	0.426	3.43	0.46%	3.80%	96.20%	
Nº 50	0.297	2.41	0.32%	4.12%	95.88%	
Nº 60	0.250	2.05	0.27%	4.40%	95.60%	
Nº 80	0.177	1.27	0.17%	4.57%	95.43%	
Nº 100	0.149	8.05	1.07%	5.64%	94.36%	
Nº 200	0.074	19.65	2.62%	8.26%	91.74%	
Fondo	0.01	688.05	91.74%	100.00%	0.00%	
PESO INICIAL	750.00					

**Observaciones :**  
Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón oscuro, de alta plasticidad con respecto L.L., de alta plasticidad con respecto al I.P. con 91.74% de finos (Que pasa la malla Nº 200), L.L.= 41.16% e I.P.= 15.87%, de expansión media en condición normal con respecto al I.P.



**Proyecto** : Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016

**Localización** : Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín

**Perforación:** Cielo Abierto

**Muestra** : Calicata N° 02- Capa 02 - Cdra. 02 - L/lzq. - Suelo Natural (T.D.F.)- sub ras

**Kilometraje:** -

**Material** : Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón oscuro - SUELO AL

**Profundidad de la Muestra:** 0.20 - 1.50

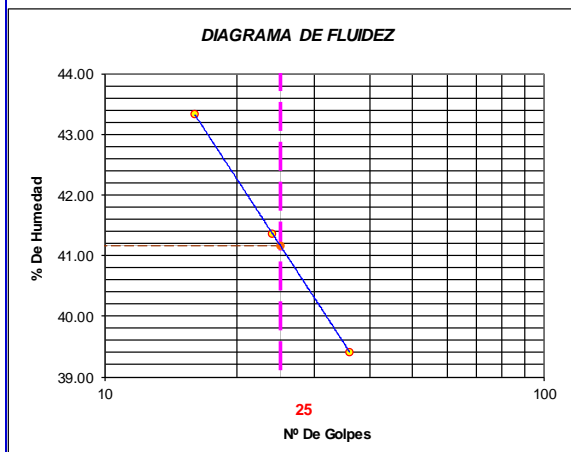
**Para Uso** : Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido

**Hecho Por:** Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde P

**Fecha:** Noviembre del 2016

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D - 4318**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs	28.55	17.01	25.92
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO g	78.90	67.56	75.65
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs	63.68	52.77	61.59
PESO DEL AGUA grs	15.22	14.79	14.06
PESO DEL SUELO SECO grs	35.13	35.76	35.67
% DE HUMEDAD	43.32	41.36	39.42
NUMERO DE GOLPES	16	24	36



Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	41.16
Límite Plástico (%)	25.29
Indice de Plasticidad Ip (%)	15.87
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-7-6(16)
Indice de consistencia Ic	

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D - 4318**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs	37.35	36.19	40.39
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO g	83.75	82.55	86.48
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs	74.27	73.26	77.22
PESO DEL AGUA grs	9.48	9.29	9.26
PESO DEL SUELO SECO grs	36.92	37.07	36.83
% DE HUMEDAD	25.68	25.06	25.14
% PROMEDIO	25.29		

<b>Proyecto:</b>	Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016		
<b>Localización:</b>	Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín	<b>Perforación:</b>	Cielo Abierto
<b>Muestra:</b>	Calicata Nº 02- Capa 02 - Cdra. 02 - L/Izq. - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasante	<b>Kilometraje:</b>	-
<b>Material:</b>	Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón oscuro - SUELO ALTERADO COI	<b>Profundidad de Muestra:</b>	0.20 - 1.50
<b>Para Uso:</b>	Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido	<b>Hecho Por:</b>	Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde F
		<b>Fecha:</b>	Noviembre del 2016
<b>Nº Golpes / capa:</b>	56	<b>Nº Capas:</b>	5
<b>Dimensiones del Molde</b>		<b>Diametro:</b>	15.2
		<b>Sobrecarga:</b>	10 Lbs.
		<b>Peso del Martillo:</b>	10 Lbs.
		<b>Altura:</b>	11.6
		<b>Vol.</b>	2102

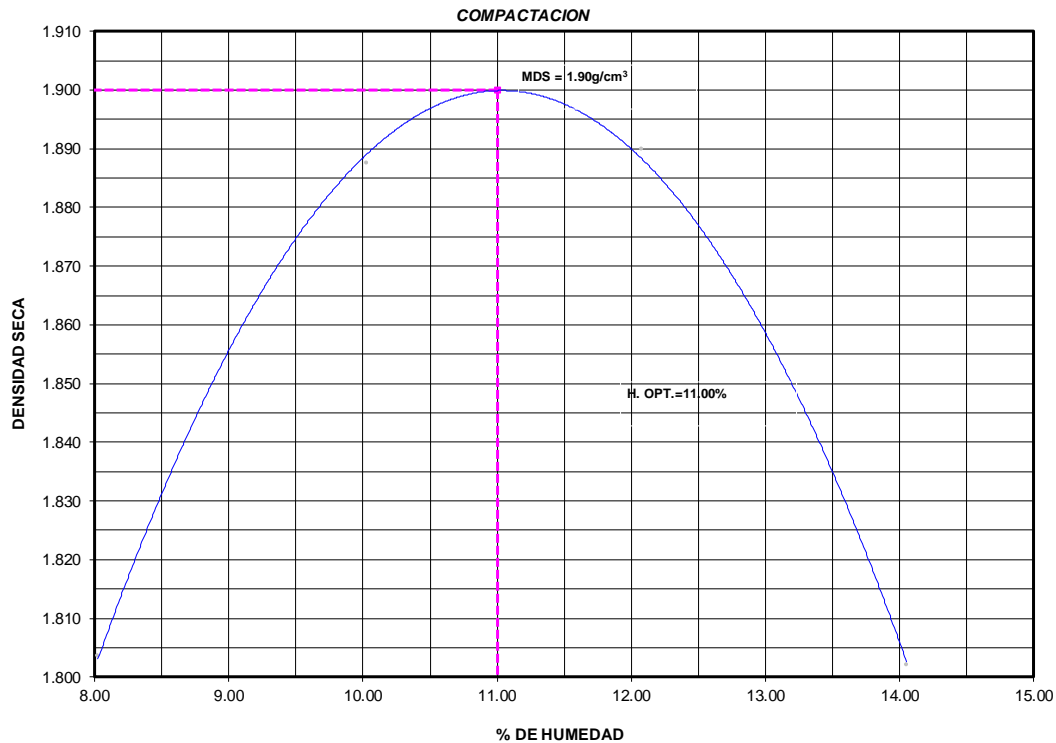
**RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557**

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

MUESTRA Nº	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)	30.20	30.55	31.40	27.15
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	160.25	175.40	180.45	174.22
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	150.59	162.20	164.39	156.10
PESO DEL AGUA (grs)	9.66	13.20	16.06	18.12
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	120.4	131.7	133.0	129.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	8.02	10.03	12.08	14.05
% PROMEDIO	8.02	10.03	12.08	14.05

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD**

CONTENIDO DE HUMEDAD %	8.02	10.03	12.08	14.05
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	6800	7070	7157	7025
PESO DEL MOLDE (grs)	2705	2705	2705	2705
PESO DEL SUELO (grs)	4095	4365	4452	4320
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	1.948	2.077	2.118	2.055
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.804	1.888	1.890	1.802
			Densidad Máxima (grs/cm3)	1.900
			Humedad Óptima%	11.00





## VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.) ASTM - D 1883

**PROYECTO :** Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016

**LOCALIZACION:** Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Regi

**KILOMETRAJE:** -

**MUESTRA :** Calicata N° 02- Capa 02 - Cdra. 02 - L/lzq. - Suelo Natural (T.C

**HECHO POR :** Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pez

**MATERIAL :** Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón oscuro - S

**FECHA :** Noviembre del 2016

### COMPACTACIÓN

Molde N°	01		02		03	
N° de golpes por capa	12		25		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	6000		6000		6000	
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8698		8849		9007	
Peso del molde (gramos)	4318		4245		4174	
Peso del suelo húmedo (grs.)	4380		4604		4833	
Volumen del molde (cc)	2290		2290		2290	
Densidad húmeda (grs./cm3)	1.91		2.01		2.11	
Densidad seca (grs./cm3)	1.72		1.80		1.90	
Tarro N°	20		22		25	
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	195.48		177.42		192.70	
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	178.77		162.40		176.73	
Peso del agua (grs.)	16.71		15.02		15.97	
Peso del tarro (grs.)	31.50		30.54		31.90	
Peso del suelo seco (grs.)	147.27		131.86		144.83	
% de humedad	11.35		11.39		11.03	
PROMEDIO DE HUMEDAD						

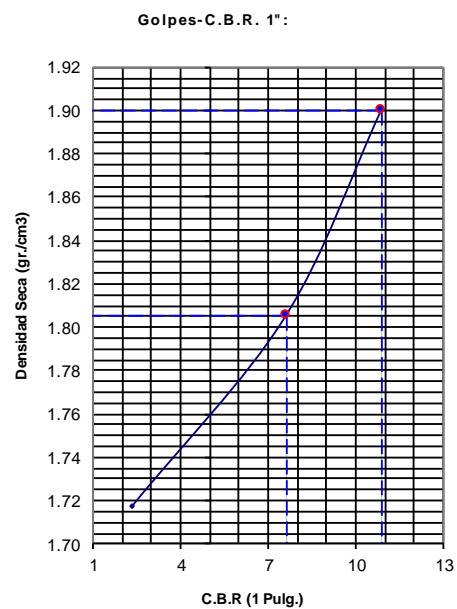
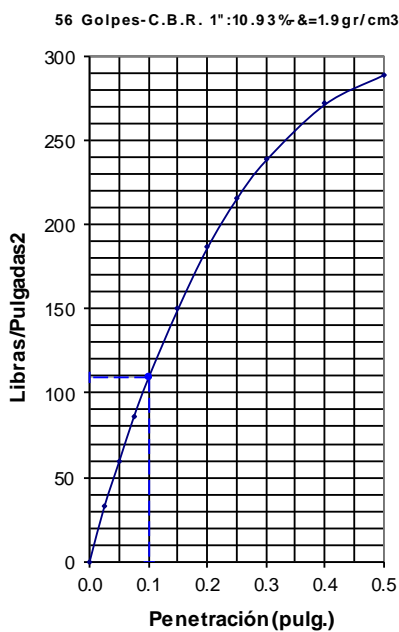
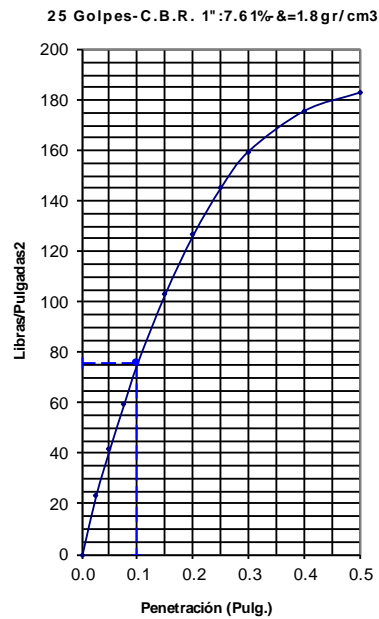
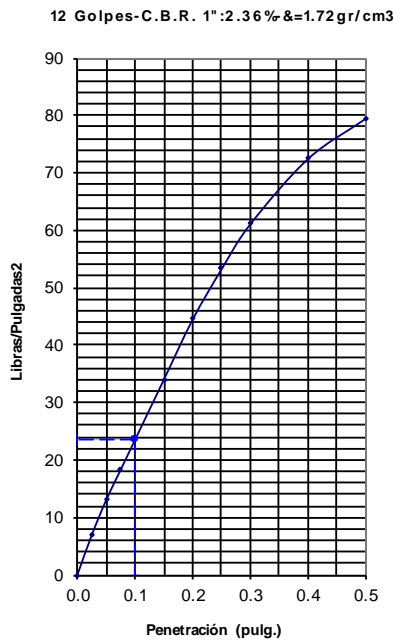
### EXPANSIÓN

FECHA	TIEMPO	LECTURA			EXPANSIÓN			LECTURA			EXPANSIÓN		
		DIAL	Mm.	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%
		125	0	0	180	0	0	250	0	0			
		232	107	2.34	285	105	2.30	353	103	2.26			
		300	175	3.83	353	173	3.79	421	171	3.74			
		335	210	4.60	388	208	4.55	456	206	4.51			
		358	233	5.10	411	231	5.06	479	229	5.01			

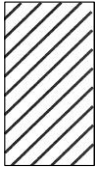
### PENETRACIÓN

PENETRACIÓN	MOLDE N°01-N° de Golpes			MOLDE N°02-N° de Golpes			MOLDE N°03- N° de Golpes		
	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN	
		Libras.	libras./pulg		Libras.	Libras./pulg <sup>2</sup>		Libras.	Libras./pulg <sup>2</sup>
0.000			0.00			0.00			0.00
0.025	1	21	7	10	71	24	15	98	33
0.050	4	39	13	21	126	42	30	178	59
0.075	7	55	18	30	178	59	46	258	86
0.100	10	71	24	40	228	76	59	328	109
0.150	16	102	34	56	310	103	82	450	150
0.200	22	134	45	69	380	127	103	560	187
0.250	27	160	53	80	436	145	120	647	216
0.300	32	184	61	88	479	160	133	716	239
0.400	38	218	73	97	527	176	152	816	272
0.50	42	239	80	101	548	183	162	868	289

<b>PROYECTO</b>	Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido e	<b>ENSAYO:</b>	<b>C.B.R</b>
<b>LOCALIZACIÓN</b>	Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región Sa	Humedad Óptima Porct.. Mod.:	
<b>MUESTRA</b>	Calicata N° 02- Capa 02 - Cdra. 02 - L/lzq. - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasante	11.00 %	
<b>MATERIAL</b>	Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón oscuro - SUELO	Max. Des. Porct.. Mod.:	
<b>HECHO POR</b>	Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López	1.900	gr/cm <sup>3</sup>



GOLPES	W. %	&.gr./cm3	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	11.35	1.72	5.10	90	2.36		95%	100%
25	11.39	1.80	5.06	95	7.61		7.61%	10.93
56	11.03	1.90	5.01	100	10.93			

REGISTRO DE EXCAVACION										
Ejecuta :		Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López					Elaboro :		Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López	
Proyecto :		Estudio de Mecánica de suelos					Reviso :			
		Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión					Kilometraje :		-	
Ubicación		Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín					Fecha :		Noviembre del 2016	
Calicata		C-02		Nivel freático:		Prof. Exc.: 1.50 (m)		Cota As. 301.00 (msnm)		
Cota As. (m)		Est.		Descripción del Estrato de suelo		CLASIFICACION			ESPESOR HUMEDAD	
						AASHTO SUCS SIMBOLO			(m) (%)	
301.00		I		Material de afirmado mezcla de grava arena limo y arcilla suelo denso de color marrón		-			0.20 -	
300.80		II		Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón oscuro, de alta plasticidad con respecto L.L., de alta plasticidad con respecto al I.P. con 91.74% de finos (Que pasa la malla N° 200), L.L.= 41.16% e I.P.= 15.87%, de expansión media en condición normal con respecto al I.P.		A-7-6(16) CL 			1.30 10.32	
299.50										
OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas ASTM. (registro sin escala)										

<b>Proyecto</b>	: Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016		
<b>Localización</b>	: Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín		
<b>Muestra</b>	: Calicata Nº 03- Capa 02 - <b>Cdra. 03 - L/D - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasante</b>		
<b>Material</b>	: Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - <b>SUELO ALTERADO COMPACTADO Y CBR - SATURADO CUATRO DIAS</b>		
<b>Para Uso</b>	: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido	<b>Kilometraje:</b>	-
<b>Perforación</b>	: Cielo Abierto	<b>Prof. de Muestra:</b>	0.30 - 1.50
<b>Hecho Por</b>	: Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López	<b>Fecha:</b>	Noviembre del 2016

**DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs	22.34	23.27	23.06
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO grs	111.80	113.52	115.10
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs	105.04	106.28	108.25
PESO DEL AGUA grs	6.76	7.24	6.85
PESO DEL SUELO SECO grs	82.70	83.01	85.19
% DE HUMEDAD	8.17	8.72	8.04
PROMEDIO % DE HUMEDAD	8.31		

**PESO ESPECÍFICO ASTM D - 854**

TARRO	1	2	3	
PESO FRASCO+AGUA+SUELO				grs.
PESO FRASCO+AGUA				grs.
PESO SUELO SECO				grs.
PESO SUELO EN AGUA				grs.
VOLUMEN DEL SUELO				cm3
PESO ESPECIFICO				grs./cm3
PROMEDIO				grs./cm3

**PESO UNITARIO SUELTO ASTM D - 4253**

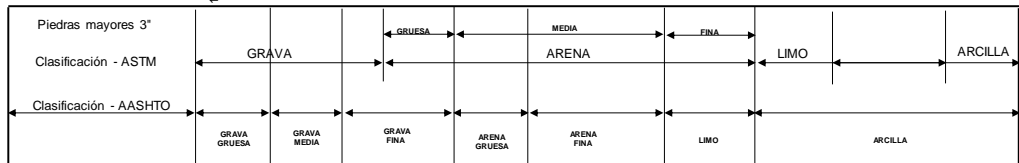
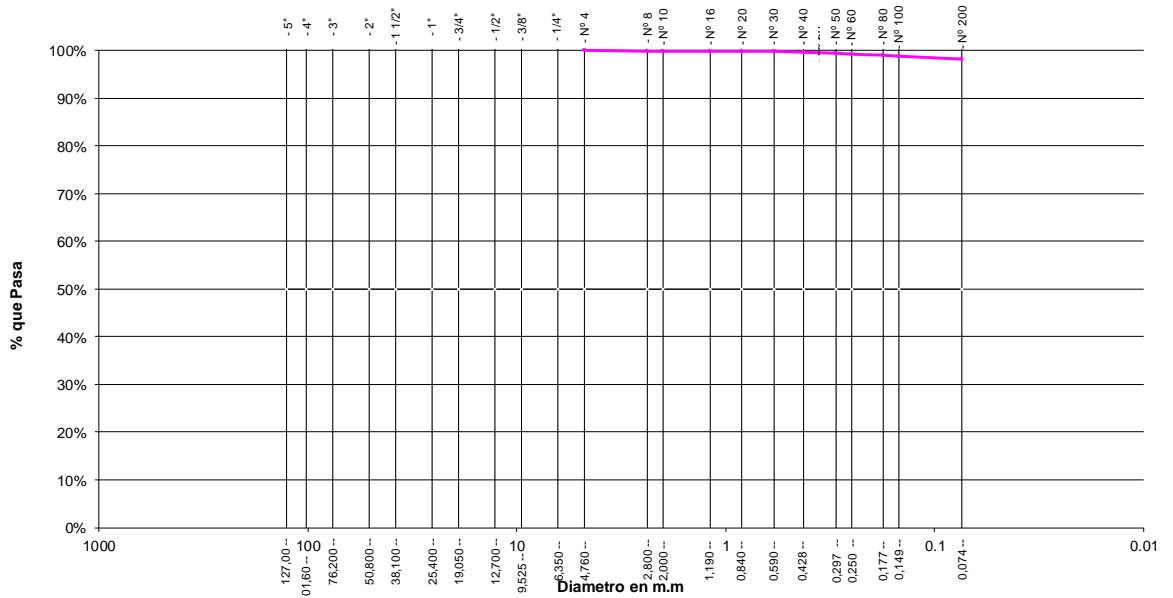
ENSAYO	1	2	3	
PESO MOLDE + MATERIAL				grs.
PESO DE MOLDE				grs.
PESO DE MATERIAL				grs.
VOLUMEN DE MOLDE				grs.
PESO UNITARIO				%
PROMEDIO				%

<b>Proyecto</b>	: Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016	<b>Perforación:</b>	Cielo Abierto
<b>Localización:</b>	Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín	<b>Kilometraje:</b>	-
<b>Muestra</b>	: Calicata Nº 03- Capa 02 - Cdra. 03 - L/D - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasante	<b>Profundidad de Muestra:</b>	0.30 - 1.50
<b>Material</b>	: Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - SUELO ALTERADO COMPACTADO Y CBR -	<b>Hecho Por:</b>	Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde F
<b>Para Uso</b>	: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido	<b>Fecha:</b>	Noviembre del 2016

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422**

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø (mm)						Modulo de Fineza AF:
5"	127.00					Modulo de Fineza AG:
4"	101.60					Equivalente de Arena:
3"	76.20					<b>Descripción Muestra:</b>
2"	50.80					Arcilla inorgánica
1 1/2"	38.10					
1"	25.40					
3/4"	19.050					<b>SUCS =</b>
1/2"	12.700					<b>CL</b>
3/8"	9.525					<b>AASHTO =</b>
1/4"	6.350					<b>A-7-6(20)</b>
Nº 4	4.760	0.00	0.00%	100.00%		LL = 44.74 WT =
Nº 8	2.380	0.50	0.06%	99.94%		LP = 26.30 WT+SAL =
Nº 10	2.000	0.15	0.02%	99.92%		IP = 18.44 WSAL =
Nº 16	1.190	0.22	0.03%	99.90%		IG = WT+SDL =
Nº 20	0.840	0.05	0.01%	99.89%		WSDL =
Nº 30	0.590	0.65	0.08%	99.82%		%ARC. = 98.26
Nº 40	0.426	1.25	0.15%	99.67%		%ERR. =
Nº 50	0.297	2.22	0.26%	99.41%		Cu =
Nº 60	0.250	1.60	0.19%	99.22%		<b>Observaciones :</b>
Nº 80	0.177	1.85	0.22%	99.00%		Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón, de alta plasticidad con respecto L.L., de alta plasticidad con respecto al I.P. con 98.26% de finos (Que pasa la malla Nº 200), L.L.= 44.74% e I.P.= 18.44%, de expansión media en condición normal con respecto al I.P.
Nº 100	0.149	1.05	0.12%	98.88%		
Nº 200	0.074	5.25	0.62%	98.26%		
Fondo	0.01	835.21	98.26%	100.00%		
PESO INICIAL	850.00					

**Curva Granulometrica**



**Proyecto** : Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016

**Localización** : Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín

**Perforación:** Cielo Abierto

**Muestra** : Calicata N° 03- Capa 02 - Cdra. 03 - L/D - Suelo Natural (T.D.F.)- sub ras:

**Kilometraje:** -

**Material** : Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - SUELO ALTERAD

**Profundidad de la Muestra:** 0.30 - 1.50

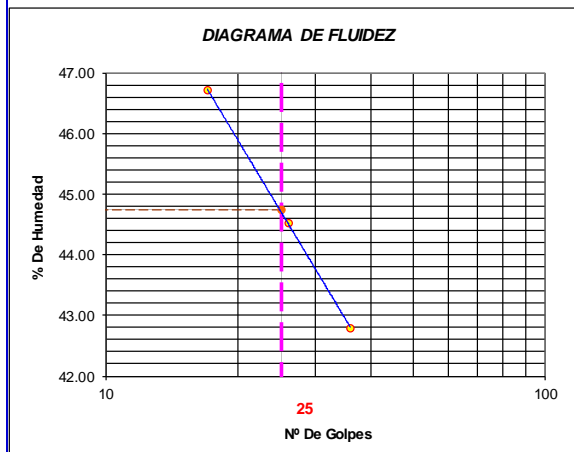
**Para Uso** : Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido

**Hecho Por:** Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde P

**Fecha:** Noviembre del 2016

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D - 4318**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs	9.23	7.32	8.01
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO g	55.62	53.80	54.60
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs	40.85	39.48	40.64
PESO DEL AGUA grs	14.77	14.32	13.96
PESO DEL SUELO SECO grs	31.62	32.16	32.63
% DE HUMEDAD	46.71	44.53	42.78
NUMERO DE GOLPES	17	26	36



Índice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	44.74
Límite Plástico (%)	26.30
Índice de Plasticidad Ip (%)	18.44
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-7-6(20)
Índice de consistencia Ic	

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D - 4318**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs	36.04	36.55	36.25
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO g	81.76	82.46	83.69
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs	72.25	72.95	73.75
PESO DEL AGUA grs	9.51	9.51	9.94
PESO DEL SUELO SECO grs	36.21	36.40	37.50
% DE HUMEDAD	26.26	26.13	26.51
% PROMEDIO		26.30	

**Proyecto:** Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016

**Localización:** Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín

**Muestra:** Calicata Nº 03- Capa 02 - Cdra. 03 - L/D - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasante

**Material:** Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - SUELO ALTERADO COMPACT.

**Para Uso:** Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido

**Perforación:** Cielo Abierto

**Kilometraje:** -

**Profundidad de Muestra:** 0.30 - 1.50

**Hecho Por:** Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde F

**Fecha:** Noviembre del 2016

**Nº Golpes / capa:** 56

**Nº Capas:** 5

**Peso del Martillo:** 10 Lbs.

**Dimensiones del Molde:** **Diametro:** 15.2

**Altura:** 11.6

**Vol.:** 2102

**Sobrecarga:** 10 Lbs.

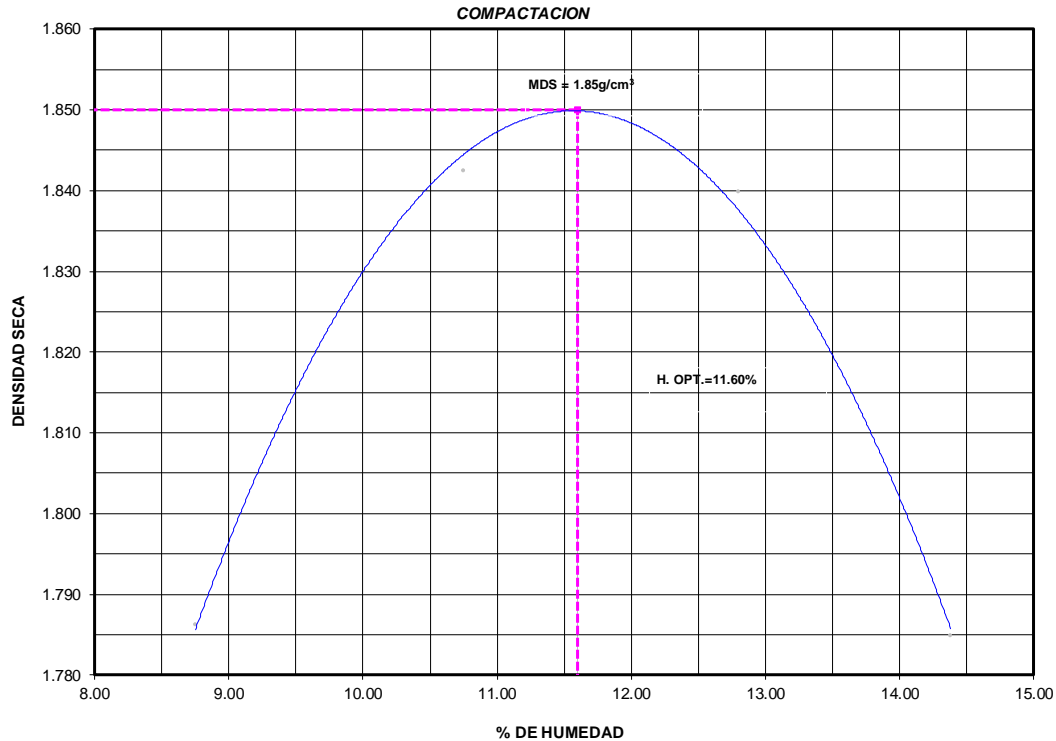
**RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557**

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

MUESTRA Nº	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)	15.32	20.14	21.42	18.52
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	135.63	145.20	163.20	142.20
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	125.95	133.06	147.11	126.65
PESO DEL AGUA (grs)	9.68	12.14	16.09	15.55
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	110.6	112.9	125.7	108.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	8.75	10.75	12.80	14.38
% PROMEDIO	8.75	10.75	12.80	14.38

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD**

CONTENIDO DE HUMEDAD %	8.75	10.75	12.80	14.38
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	6767	6973	7046	6975
PESO DEL MOLDE (grs)	2684	2684	2684	2684
PESO DEL SUELO (grs)	4083	4289	4362	4291
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	1.943	2.041	2.075	2.042
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.786	1.843	1.840	1.785
			Densidad Máxima (grs/cm3)	1.850
			Humedad Optima%	11.60



## VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.) ASTM - D 1883

**PROYECTO :** Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016

**LOCALIZACION:** Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Regi

**KILOMETRAJE:** -

**MUESTRA :** Calicata N° 03- Capa 02 - Cdra. 03 - L/D - Suelo Natural (T.D.

**HECHO POR :** Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pez

**MATERIAL :** Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - SUELO

**FECHA :** Noviembre del 2016

### COMPACTACIÓN

Molde N°	07	08	09
<b>N° de golpes por capa</b>	<b>12</b>	<b>25</b>	<b>56</b>
CONDICIONES DE LA MUESTRA	6000	6000	6000
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	7665	7890	8105
Peso del molde (gramos)	3762	3762	3761
Peso del suelo húmedo (grs.)	3903	4128	4344
Volumen del molde (cc)	2101	2101	2101
Densidad húmeda (grs./cm3)	1.86	1.96	2.07
Densidad seca (grs./cm3)	<b>1.66</b>	<b>1.76</b>	<b>1.85</b>
<b>Tarro N°</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	158.74	163.02	152.52
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	144.02	148.00	138.82
Peso del agua (grs.)	14.72	15.02	13.70
Peso del tarro (grs.)	19.63	21.21	23.11
Peso del suelo seco (grs.)	124.39	126.79	115.71
% de humedad	<b>11.83</b>	<b>11.85</b>	<b>11.84</b>
PROMEDIO DE HUMEDAD			

### EXPANSIÓN

FECHA	TIEMPO	LECTURA			EXPANSIÓN			LECTURA			EXPANSIÓN		
		DIAL	Mm.	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%
	0	268	0	0	287	0	0	300	0	0			
	24	348	80	1.75	365	78	1.71	384	84	1.84			
	48	4422	4154	90.96	440	153	3.35	451	151	3.31			
	72	479	211	4.62	497	210	4.60	513	213	4.66			
	96	515	247	<b>5.41</b>	533	246	<b>5.39</b>	545	245	<b>5.36</b>			

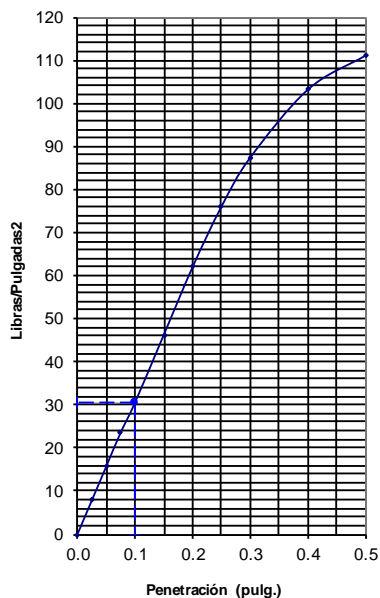
### PENETRACIÓN

PENETRACIÓN	MOLDE N°01-N° de Golpes			MOLDE N°02-N° de Golpes			MOLDE N°03- N° de Golpes		
	LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN	
		DIAL	Libras.		libras./pulg	DIAL		Libras.	Libras./pulg <sup>2</sup>
0.000			0.00			0.00			0.00
0.025	1	24	8	5	45	15	9	66	22
0.050	6	47	16	14	92	31	21	129	43
0.075	10	71	24	22	134	45	33	191	64
0.100	14	92	<b>31</b>	30	176	<b>59</b>	45	254	<b>85</b>
0.150	23	139	46	47	265	88	69	380	127
0.200	32	186	62	63	349	116	93	506	169
0.250	40	228	76	78	428	143	115	622	207
0.300	47	262	87	89	485	162	131	706	235
0.400	56	310	103	104	564	188	151	811	270
0.50	60	333	111	110	596	199	160	858	286

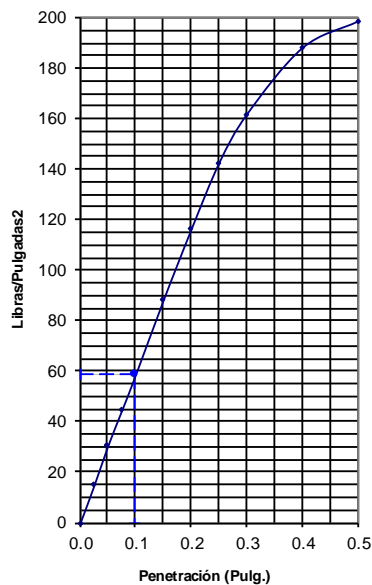


<b>PROYECTO</b>	Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido e	<b>ENSAYO:</b>	<b>C.B.R</b>
<b>LOCALIZACION</b>	Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región Sa	Humedad Óptima Porct.. Mod.:	
<b>MUESTRA</b>	Calicata N° 03- Capa 02 - Cdra. 03 - L/D - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasante	<b>11.60 %</b>	
<b>MATERIAL</b>	Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - SUELO ALTE	Max. Des. Porct.. Mod.:	
<b>HECHO POR</b>	Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López	<b>1.850</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>

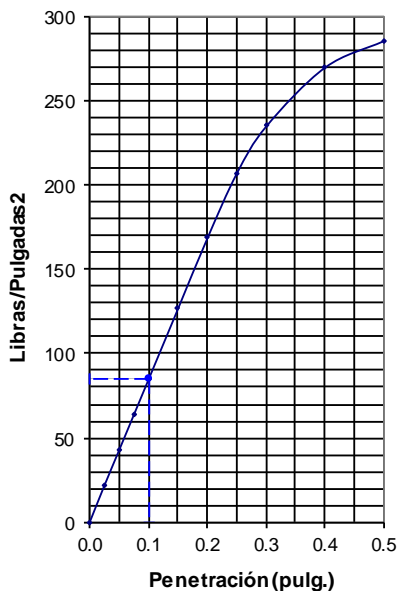
12 Golpes-C.B.R. 1": 3.06% &=1.66 gr/cm3



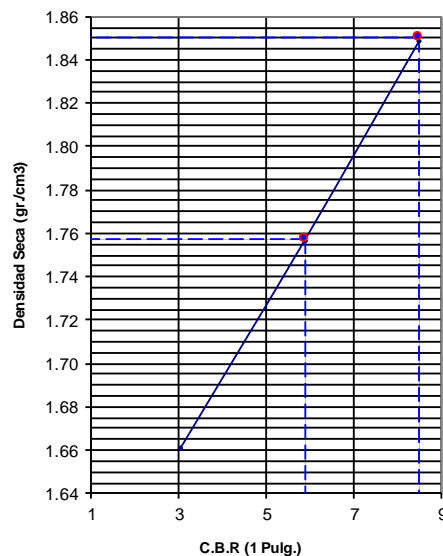
25 Golpes-C.B.R. 1": 5.88% &=1.76 gr/cm3



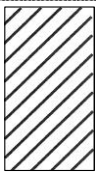
56 Golpes-C.B.R. 1": 8.48% &=1.85gr/cm3



Golpes-C.B.R. 1":



GOLPES	W. %	&.gr./cm3	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	11.83	1.66	5.41	90	3.06		95%	100%
25	11.85	1.76	5.39	95	5.88		5.88%	8.48
56	11.84	1.85	5.36	100	8.48			

REGISTRO DE EXCAVACION										
Ejecuta :		Tesisista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López					Elaboro :		Tesisista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López	
Proyecto :		Estudio de Mecánica de suelos					Reviso :			
		Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión -					Kilometraje:		-	
Ubicación		Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín					Fecha :		Noviembre del 2016	
Calicata		C-03		Nivel freático:		Prof. Exc.: 1.50 (m)		Cota As. 299.00 (msnm)		
Cota As. (m)		Est.		Descripción del Estrato de suelo		CLASIFICACION			ESPESOR (m)	
						AASHTO	SUCS	SIMBOLO		HUMEDAD (%)
299.00		I		Material de afirmado mezcla de grava arena limo y arcilla suelo denso de color marrón		-	S/C		0.30	-
298.70		II		Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón, de alta plasticidad con respecto L.L., de alta plasticidad con respecto al I.P. con 98.26% de finos (Que pasa la malla Nº 200), L.L.= 44.74% e I.P.= 18.44%, de expansión media en condición normal con respecto al I.P.		A-7-6(20)	CL		1.20	8.31
297.50										
OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas ASTM, (registro sin escala)										

<b>Proyecto</b>	:	<b>Tesis:</b> Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016	
<b>Localización</b>	:	Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín	
<b>Muestra</b>	:	Calicata Nº 04- Capa 02 - <b>Cdra. 04 - L/lzq - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasante</b>	
<b>Material</b>	:	Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - <b>SUELO ALTERADO COMPACTADO Y CBR - SATURADO CUATRO DIAS</b>	
<b>Para Uso</b>	:	Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido	<b>Kilometraje:</b> -
<b>Perforación</b>	:	Cielo Abierto	<b>Prof. de Muestra:</b> 0.20 - 1.50
<b>Hecho Por</b>	:	Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López	<b>Fecha:</b> Noviembre del 2016

**DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs	25.79	21.84	23.19
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO grs	101.94	97.55	101.70
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs	91.21	86.96	90.86
PESO DEL AGUA grs	10.73	10.59	10.84
PESO DEL SUELO SECO grs	65.42	65.12	67.67
% DE HUMEDAD	16.40	16.26	16.02
PROMEDIO % DE HUMEDAD	16.23		

**PESO ESPECÍFICO ASTM D - 854**

TARRO	1	2	3	
PESO FRASCO+AGUA+SUELO				grs.
PESO FRASCO+AGUA				grs.
PESO SUELO SECO				grs.
PESO SUELO EN AGUA				grs.
VOLUMEN DEL SUELO				cm3
PESO ESPECIFICO				grs./cm3
PROMEDIO				grs./cm3

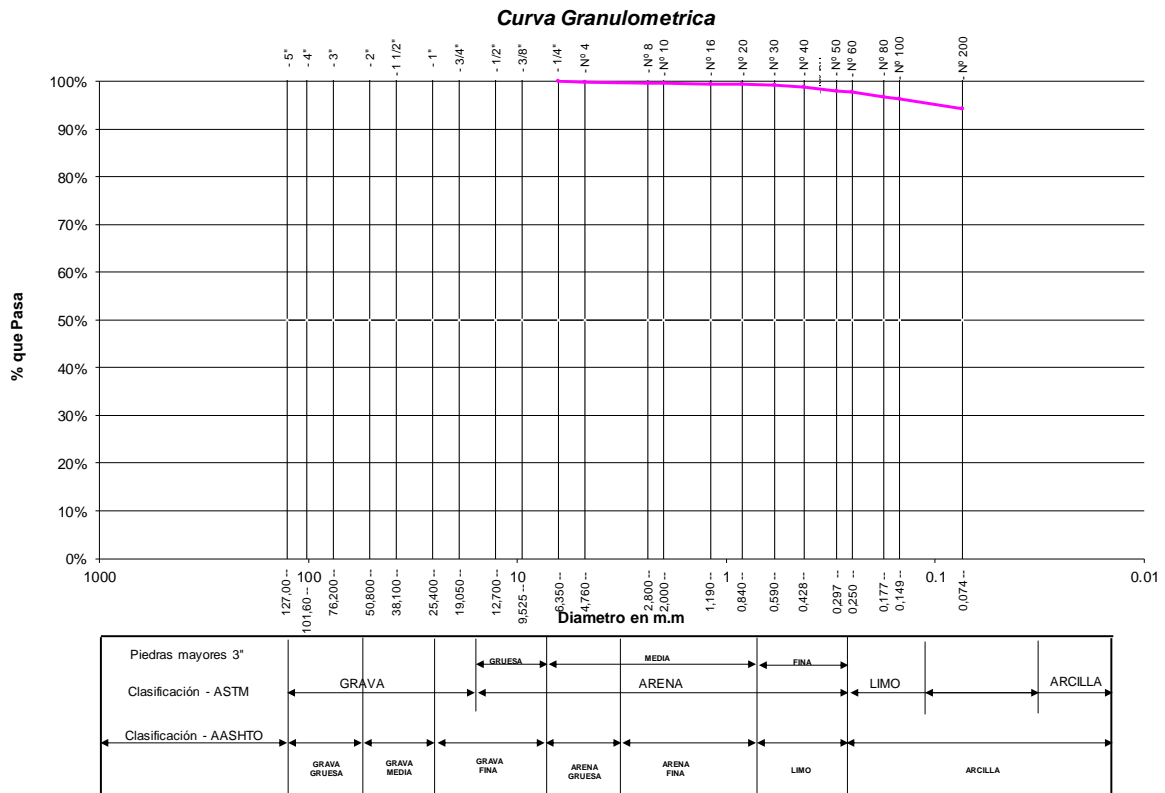
**PESO UNITARIO SUELTO ASTM D - 4253**

ENSAYO	1	2	3	
PESO MOLDE + MATERIAL				grs.
PESO DE MOLDE				grs.
PESO DE MATERIAL				grs.
VOLUMEN DE MOLDE				grs.
PESO UNITARIO				%
PROMEDIO				%

**Proyecto** : Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016  
**Localización**: Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín **Perforación**: Cielo Abierto  
**Muestra** : Calicata Nº 04- Capa 02 - Cdra. 04 - L/lzq - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasante **Kilometraje**: -  
**Material** : Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - SUELO ALTERADO COMPACTADO Y CBR - : **Profundidad de Muestra**: 0.20 - 1.50  
**Para Uso** : Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido **Hecho Por**: Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde R **Fecha**: Noviembre del 2016

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422**

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø	(mm)					Modulo de Fineza AF:
5"	127.00					Modulo de Fineza AG:
4"	101.60					Equivalente de Arena:
3"	76.20					<b>Descripción Muestra:</b>
2"	50.80					Arcilla inorgánica
1 1/2"	38.10					
1"	25.40					
3/4"	19.050					<b>SUCS =</b> <b>CL</b> <b>AASHTO =</b> <b>A-7-6(20)</b>
1/2"	12.700					LL = 44.34 WT =
3/8"	9.525					LP = 26.15 WT+SAL =
1/4"	6.350	0.00	0.00%	100.00%		IP = 18.19 WSAL =
Nº 4	4.760	0.88	0.09%	99.91%		IG = WT+SDL =
Nº 8	2.380	1.72	0.18%	99.73%		D 9C = 94.24 %ARC =
Nº 10	2.000	0.37	0.04%	99.69%		D 60 = %ERR =
Nº 16	1.190	1.06	0.11%	99.58%		D 3C =
Nº 20	0.840	0.70	0.07%	99.51%		D 10 = Cu =
Nº 30	0.590	2.03	0.21%	99.30%		
Nº 40	0.426	3.74	0.39%	98.91%		<b>Observaciones :</b>
Nº 50	0.297	8.26	0.86%	98.05%		
Nº 60	0.250	3.00	0.31%	97.74%		
Nº 80	0.177	8.25	0.86%	96.88%		Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón, de alta plasticidad con respecto a L.L., de alta plasticidad con respecto a I.P. con 94.24% de finos (Que pasa la malla Nº 200), L.L.= 44.34% e I.P.= 18.19%, de expansión media en condición normal con respecto a I.P.
Nº 100	0.149	5.22	0.54%	96.33%		
Nº 200	0.074	20.15	2.10%	94.24%		
Fondo	0.01	905.62	94.24%	100.00%		
PESO INICIAL	961.00					



**Proyecto** : Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jirón la Unión - Juan Guerra 2016

**Localización** : Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín

**Perforación:** Cielo Abierto

**Muestra** : Calicata N° 04- Capa 02 - Cdra. 04 - L/lzq - Suelo Natural (T.D.F.)- sub ras

**Kilometraje:** -

**Material** : Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - SUELO ALTERAD

**Profundidad de la Muestra:** 0.20 - 1.50

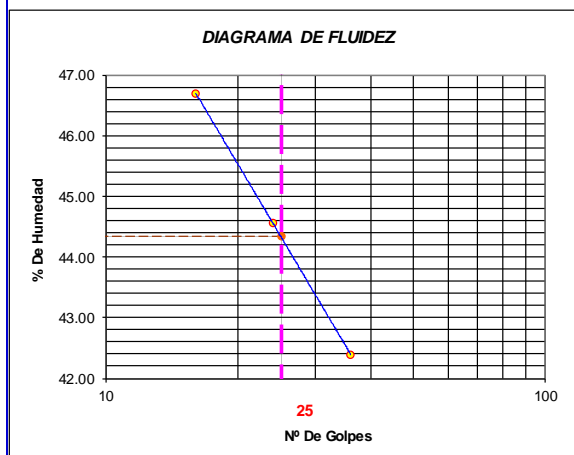
**Para Uso** : Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido

**Hecho Por:** Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde P

**Fecha:** Noviembre del 2016

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D - 4318**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs	7.58	7.60	7.36
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO g	53.86	54.48	54.05
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs	39.13	40.03	40.15
PESO DEL AGUA grs	14.73	14.45	13.90
PESO DEL SUELO SECO grs	31.55	32.43	32.79
% DE HUMEDAD	46.69	44.56	42.39
NUMERO DE GOLPES	16	24	36



Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	44.34
Límite Plástico (%)	26.15
Indice de Plasticidad Ip (%)	18.19
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-7-6(20)
Indice de consistencia Ic	

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D - 4318**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs	22.07	22.35	25.76
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO g	66.80	66.15	69.35
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs	57.53	57.10	60.28
PESO DEL AGUA grs	9.27	9.05	9.07
PESO DEL SUELO SECO grs	35.46	34.75	34.52
% DE HUMEDAD	26.14	26.04	26.27
% PROMEDIO		26.15	

**Proyecto:** Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016

**Localización:** Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín

**Muestra:** Calicata Nº 04- Capa 02 - Cdra. 04 - L/Izq - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasante

**Material:** Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - SUELO ALTERADO COMPACT.

**Para Uso:** Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido

**Perforación:** Cielo Abierto

**Kilometraje:** -

**Profundidad de Muestra:** 0.20 - 1.50

**Hecho Por:** Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde F

**Fecha:** Noviembre del 2016

**Nº Golpes / capa:** 56

**Nº Capas:** 5

**Peso del Martillo:** 10 Lbs.

**Dimensiones del Molde:** **Diametro:** 15.2

**Altura:** 11.6

**Vol.:** 2102

**Sobrecarga:** 10 Lbs.

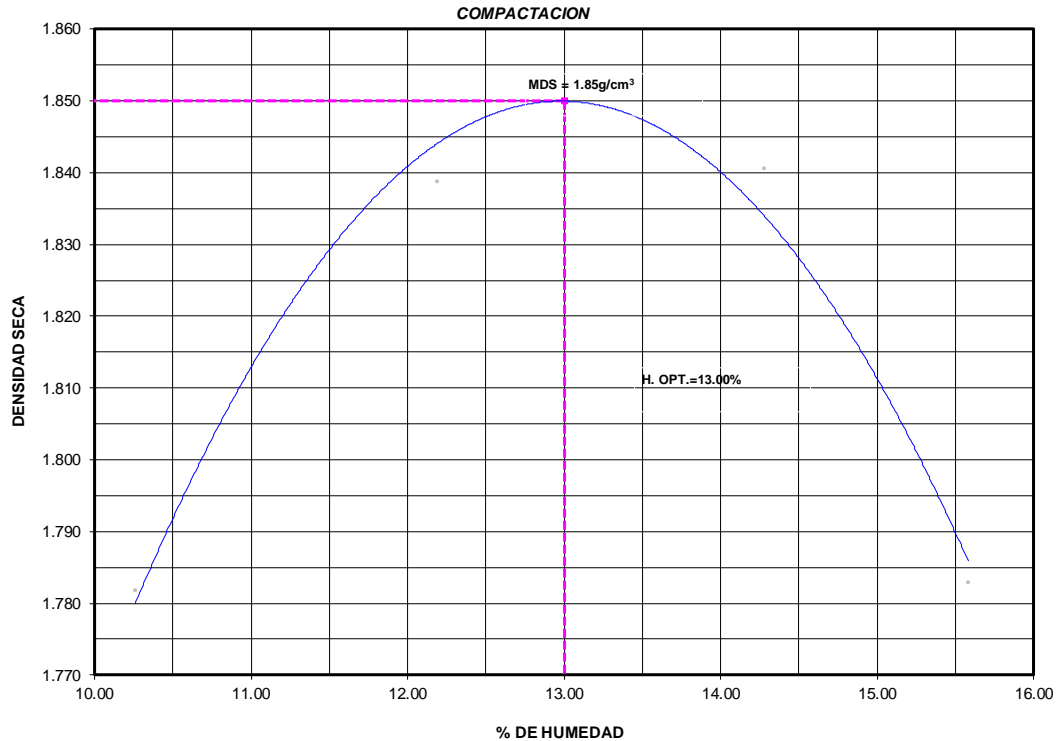
**RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557**

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

MUESTRA Nº	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)	29.24	30.15	30.98	28.79
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	178.86	175.65	181.10	188.35
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	164.94	159.84	162.34	166.84
PESO DEL AGUA (grs)	13.92	15.81	18.76	21.51
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	135.7	129.7	131.4	138.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	10.26	12.19	14.28	15.58
% PROMEDIO	10.26	12.19	14.28	15.58

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD**

CONTENIDO DE HUMEDAD %	10.26	12.19	14.28	15.58
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	6799	7006	7091	7001
PESO DEL MOLDE (grs)	2670	2670	2670	2670
PESO DEL SUELO (grs)	4129	4336	4421	4331
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	1.964	2.063	2.103	2.061
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.782	1.839	1.841	1.783
			Densidad Máxima (grs/cm3)	1.850
			Humedad Óptima%	13.00



## VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.) ASTM - D 1883

**PROYECTO :** Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016

**LOCALIZACION:** Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Regi

**KILOMETRAJE:** -

**MUESTRA :** Calicata N° 04- Capa 02 - Cdra. 04 - L/lzq - Suelo Natural (T.D

**HECHO POR :** Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pez

**MATERIAL :** Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - SUELO /

**FECHA :** Noviembre del 2016

### COMPACTACIÓN

Molde N°	04	05	06
<b>N° de golpes por capa</b>	<b>12</b>	<b>25</b>	<b>56</b>
CONDICIONES DE LA MUESTRA	6000	6000	6000
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8550	8920	9290
Peso del molde (gramos)	4120	4305	4320
Peso del suelo húmedo (grs.)	4430	4615	4970
Volumen del molde (cc)	2345	2315	2365
Densidad húmeda (grs./cm3)	1.89	1.99	2.10
Densidad seca (grs./cm3)	<b>1.67</b>	<b>1.76</b>	<b>1.85</b>
<b>Tarro N°</b>	<b>23</b>	<b>22</b>	<b>21</b>
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	80.38	83.95	76.48
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	74.43	77.32	70.49
Peso del agua (grs.)	5.95	6.63	5.99
Peso del tarro (grs.)	28.65	27.94	26.05
Peso del suelo seco (grs.)	45.78	49.38	44.44
% de humedad	<b>13.00</b>	<b>13.43</b>	<b>13.48</b>
PROMEDIO DE HUMEDAD			

### EXPANSIÓN

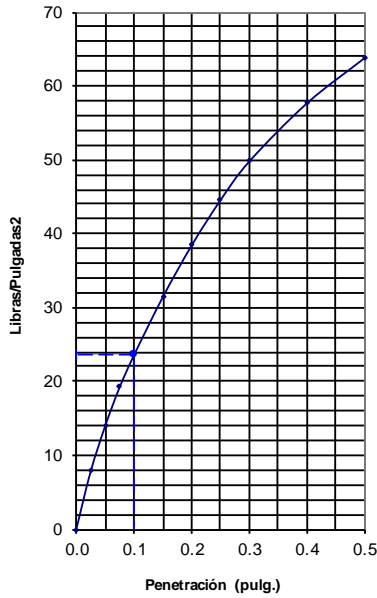
FECHA	TIEMPO	LECTURA		EXPANSIÓN		LECTURA		EXPANSIÓN		
		DIAL	Mm.	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%
	0	268	0	0	287	0	0	300	0	0
	24	348	80	1.75	365	78	1.71	384	84	1.84
	48	4422	4154	90.96	440	153	3.35	451	151	3.31
	72	479	211	4.62	497	210	4.60	513	213	4.66
	96	515	247	<b>5.41</b>	533	246	<b>5.39</b>	545	245	<b>5.36</b>

### PENETRACIÓN

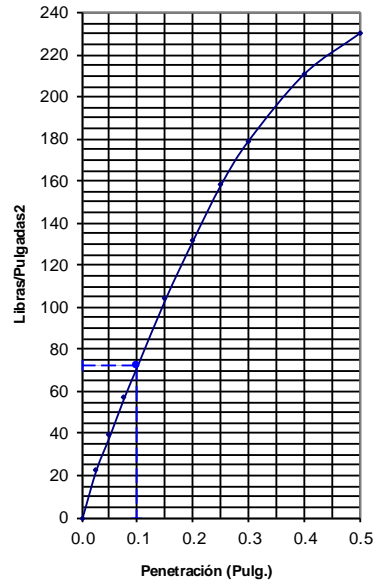
PENETRACIÓN	MOLDE N°04-N° de Golpes			MOLDE N°05-N° de Golpes			MOLDE N°06- N° de Golpes		
	LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN	
		DIAL	Libras.		libras./pulg	DIAL		Libras.	Libras./pulg <sup>2</sup>
0.000			0.00			0.00			0.00
0.025	1	24	8	10	68	23	17	106	35
0.050	5	42	14	19	118	39	33	193	64
0.075	8	58	19	29	170	57	50	280	93
0.100	10	71	<b>24</b>	38	218	<b>73</b>	66	365	<b>122</b>
0.150	15	94	31	56	312	104	97	527	176
0.200	19	115	38	72	396	132	125	674	225
0.250	22	134	45	87	475	158	148	795	265
0.300	25	150	50	99	538	179	167	895	298
0.400	30	173	58	117	632	211	195	1042	347
0.50	33	191	64	128	690	230	210	1120	373

<b>PROYECTO</b>	Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido	<b>ENSAYO:</b>	<b>C.B.R</b>
<b>LOCALIZACIÓN</b>	Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín	<b>Humedad Óptima Porct.. Mod.:</b>	<b>13.00 %</b>
<b>MUESTRA</b>	Calicata N° 04- Capa 02 - Cdra. 04 - L/Izq - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasante	<b>Max. Des. Porct.. Mod.:</b>	<b>1.850 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>MATERIAL</b>	Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - SUELO ALTO		
<b>HECHO POR</b>	Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López		

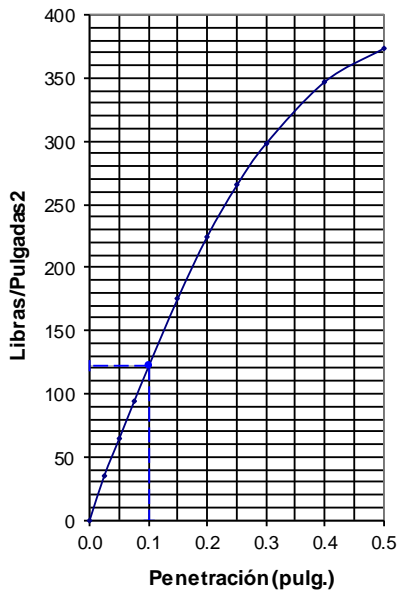
12 Golpes-C.B.R. 1": 2.36% &=1.67gr/cm3



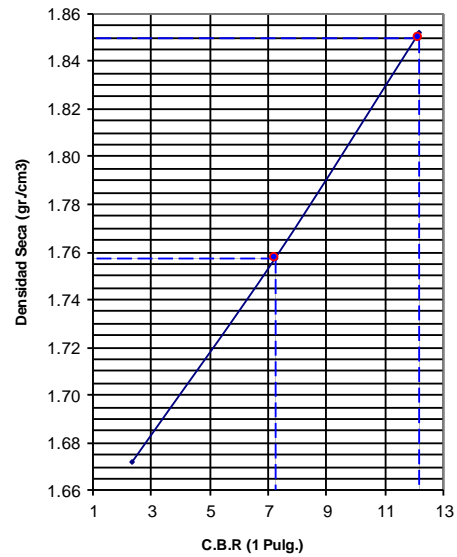
25 Golpes-C.B.R. 1": 7.26% &=1.76 gr/cm3



56 Golpes-C.B.R. 1": 12.16% &=1.85gr/cm3

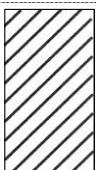


Golpes-C.B.R. 1":



GOLPES	W. %	&.gr./cm3	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	13.00	1.67	5.41	90	2.36		95%	100%
25	13.43	1.76	5.39	95	7.26		7.26%	12.16
56	13.48	1.85	5.36	100	12.16			



REGISTRO DE EXCAVACION												
Ejecuta :		Tesisista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López					Elaboro :		Tesisista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López			
Proyecto :		Estudio de Mecánica de suelos					Reviso :					
		Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión -					Kilometraje:		-			
Ubicación		Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín					Fecha :		Noviembre del 2016			
Calicata		C-04		Nivel freático:	Prof. Exc.:	1.50	(m)	Cota As. 299.00 (msnm)		ESPESOR	HUMEDAD	Observ.
Cota As. (m)		Est.		Descripción del Estrato de suelo			CLASIFICACION					
299.00		I		Material de afirmado mezcla de grava arena limo y arcilla suelo denso de color marrón			AASHTO	SUCS	SIMBOLO	0.20	-	-
298.80		II		Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón, de alta plasticidad con respecto L.L., de alta plasticidad con respecto al I.P. con 94.24% de finos (Que pasa la malla Nº 200), L.L.= 44.34% e I.P.= 18.19%, de expansión media en condición normal con respecto al I.P.			A-7-6(20)	CL		1.30	16.23	-
297.50												
<b>OBSERVACIONES:</b> Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas ASTM, (registro sin escala)												

<b>Proyecto</b>	: Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016	<b>Kilometraje:</b>	-
<b>Localización</b>	: Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín	<b>Prof. de Muestra:</b>	0.20 - 1.50
<b>Muestra</b>	: Calicata Nº 05- Capa 02 - <b>Cdra. 05 - L/D - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasante</b>	<b>Fecha:</b>	Noviembre del 2016
<b>Material</b>	: Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - <b>SUELO ALTERADO COMPACTADO Y CBR - SATURADO CUATRO DIAS</b>		
<b>Para Uso</b>	: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido		
<b>Perforación</b>	: Cielo Abierto		
<b>Hecho Por</b>	: Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López		

**DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs	21.21	20.65	19.17
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO grs	125.39	126.80	128.39
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs	107.75	109.69	110.73
PESO DEL AGUA grs	17.64	17.11	17.66
PESO DEL SUELO SECO grs	86.54	89.04	91.56
% DE HUMEDAD	20.38	19.22	19.29
PROMEDIO % DE HUMEDAD	19.63		

**PESO ESPECÍFICO ASTM D - 854**

TARRO	1	2	3	
PESO FRASCO+AGUA+SUELO				grs.
PESO FRASCO+AGUA				grs.
PESO SUELO SECO				grs.
PESO SUELO EN AGUA				grs.
VOLUMEN DEL SUELO				cm3
PESO ESPECIFICO				grs./cm3
PROMEDIO				grs./cm3

**PESO UNITARIO SUELTO ASTM D - 4253**

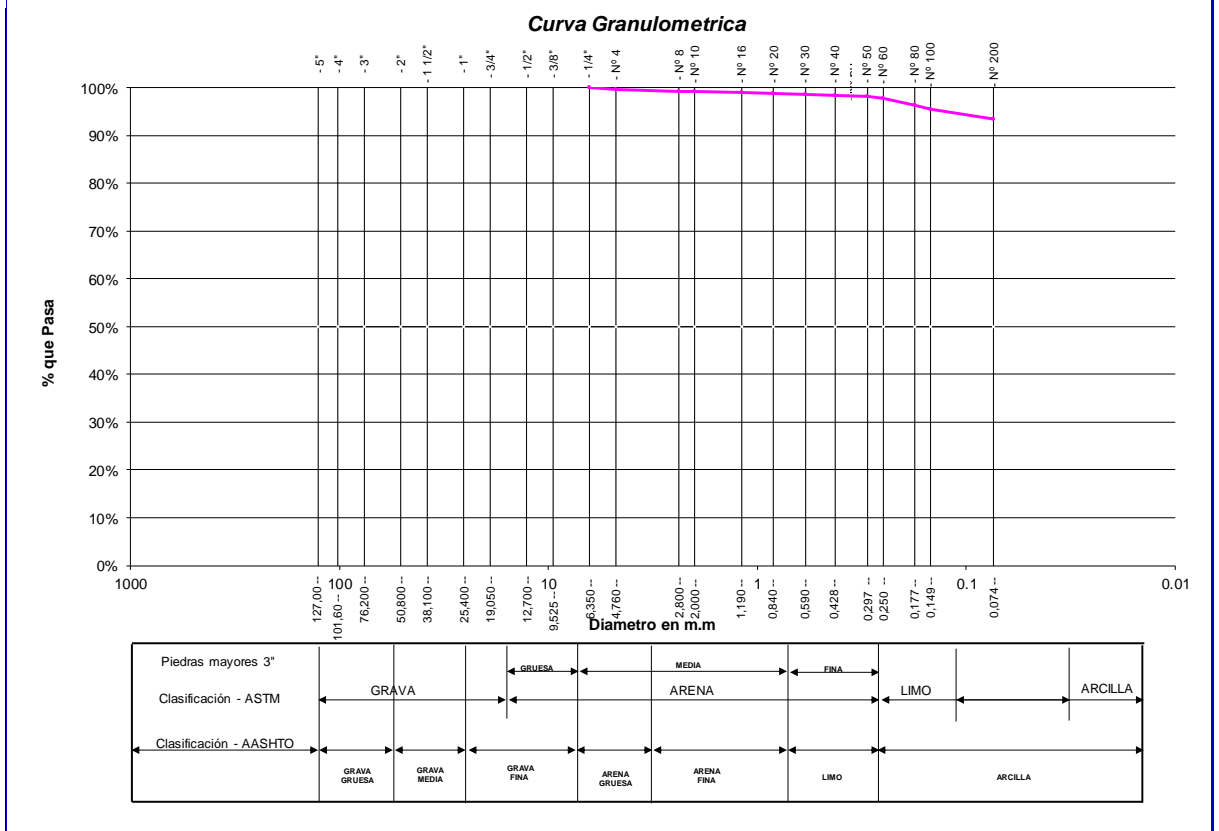
ENSAYO	1	2	3	
PESO MOLDE + MATERIAL				grs.
PESO DE MOLDE				grs.
PESO DE MATERIAL				grs.
VOLUMEN DE MOLDE				grs.
PESO UNITARIO				%
PROMEDIO				%

<b>Proyecto</b>	: Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016	<b>Perforación:</b>	Cielo Abierto
<b>Localización:</b>	Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín	<b>Kilometraje:</b>	-
<b>Muestra</b>	: Calicata Nº 05- Capa 02 - Cdra. 05 - L/D - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasante	<b>Profundidad de Muestra:</b>	0.20 - 1.50
<b>Material</b>	: Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - SUELO ALTERADO COMPACTADO Y CBR -	<b>Hecho Por:</b>	Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde P
<b>Para Uso</b>	: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido	<b>Fecha:</b>	Noviembre del 2016

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422**

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø	(mm)					
5"	127.00					Modulo de Fineza AF:
4"	101.60					Modulo de Fineza AG:
3"	76.20					Equivalente de Arena:
2"	50.80					<b>Descripción Muestra:</b>
1 1/2"	38.10					Arcilla inorgánica
1"	25.40					
3/4"	19.050					<b>SUCS =</b> <b>CL</b> <b>AASHTO =</b> <b>A-6(18)</b>
1/2"	12.700					LL = 39.19 WT =
3/8"	9.525					LP = 21.45 WT+SAL =
1/4"	6.350	0.00	0.00%	100.00%		IP = 17.74 WSAL =
Nº 4	4.760	2.62	0.28%	0.28%	99.72%	IG = WT+SDL =
Nº 8	2.380	3.84	0.40%	0.68%	99.32%	D 9C <input type="checkbox"/> Bonar Especificaciones
Nº 10	2.000	0.57	0.06%	0.74%	99.26%	D 60 = %ARC. = 93.44
Nº 16	1.190	2.30	0.24%	0.98%	99.02%	D 3C <input type="checkbox"/> Grafica Especificaciones
Nº 20	0.840	1.23	0.13%	1.11%	98.89%	D 10 = <input type="checkbox"/> Grafica Matas Cu =
Nº 30	0.590	2.12	0.22%	1.33%	98.67%	
Nº 40	0.426	1.80	0.19%	1.52%	98.48%	
Nº 50	0.297	2.55	0.27%	1.79%	98.21%	
Nº 60	0.250	4.19	0.44%	2.23%	97.77%	
Nº 80	0.177	12.25	1.29%	3.52%	96.48%	
Nº 100	0.149	9.18	0.97%	4.49%	95.51%	
Nº 200	0.074	19.66	2.07%	6.56%	93.44%	
Fondo	0.01	887.69	93.44%	100.00%	0.00%	
PESO INICIAL	950.00					

**Observaciones :**  
Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón, de alta plasticidad con respecto L.L., de media plasticidad con respecto al I.P. con 93.44% de finos (Que pasa la malla Nº 200), L.L.= 39.19% e I.P.= 17.74%, de expansión media en condición normal con respecto al I.P.



**Proyecto** : Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016

**Localización** : Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín

**Perforación:** Cielo Abierto

**Muestra** : Calicata N° 05- Capa 02 - Cdra. 05 - L/D - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasa

**Kilometraje:** -

**Material** : Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - SUELO ALTERAD

**Profundidad de la Muestra:** 0.20 - 1.50

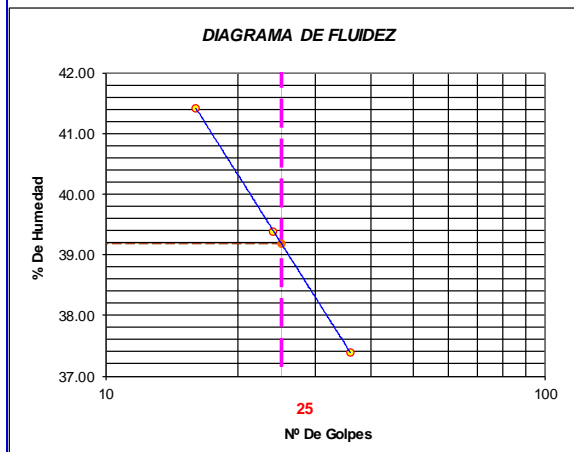
**Para Uso** : Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido

**Hecho Por:** Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde P

**Fecha:** Noviembre del 2016

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D - 4318**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs	7.93	7.47	7.93
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO g	52.01	52.63	53.35
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs	39.10	39.87	40.99
PESO DEL AGUA grs	12.91	12.76	12.36
PESO DEL SUELO SECO grs	31.17	32.40	33.06
% DE HUMEDAD	41.42	39.38	37.39
NUMERO DE GOLPES	16	24	36



Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	39.19
Límite Plástico (%)	21.45
Índice de Plasticidad Ip (%)	17.74
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-6(18)
Índice de consistencia Ic	

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D - 4318**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs	36.25	36.53	36.56
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO g	82.54	82.82	82.09
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs	74.30	74.65	74.11
PESO DEL AGUA grs	8.24	8.17	7.98
PESO DEL SUELO SECO grs	38.05	38.12	37.55
% DE HUMEDAD	21.66	21.43	21.25
% PROMEDIO		21.45	

**Proyecto:** Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jirón la Unión - Juan Guerra 2016

**Localización:** Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín

**Muestra:** Calicata Nº 05- Capa 02 - Cdra. 05 - L/D - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasante

**Material:** Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - SUELO ALTERADO COMPACT.

**Para Uso:** Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido

**Perforación:** Cielo Abierto

**Kilometraje:** -

**Profundidad de Muestra:** 0.20 - 1.50

**Hecho Por:** Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde F

**Fecha:** Noviembre del 2016

**Nº Golpes / capa:** 56      **Nº Capas:** 5

**Dimensiones del Molde:**      **Diametro:** 15.2      **Altura:** 11.6

**Sobrecarga:** 10 Lbs.      **Peso del Martillo:** 10 Lbs.      **Vol.** 2102

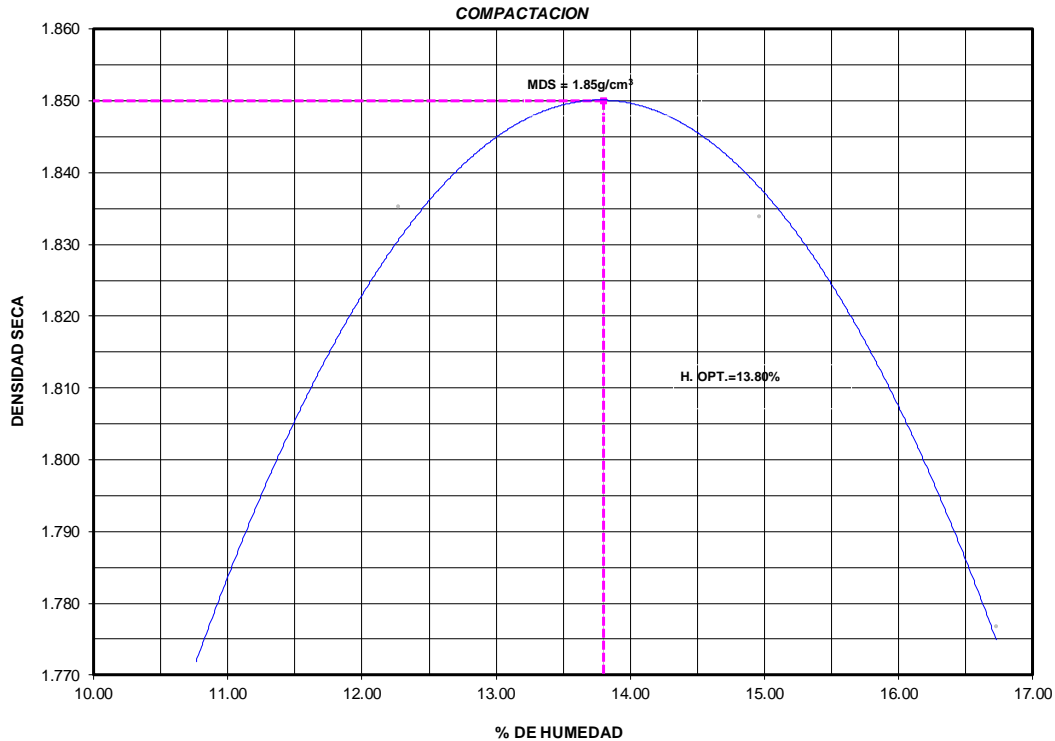
**RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557**

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

MUESTRA Nº	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)	31.48	30.76	28.97	34.67
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	178.53	174.46	181.95	188.95
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	164.24	158.75	162.04	166.84
PESO DEL AGUA (grs)	14.29	15.71	19.91	22.11
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	132.8	128.0	133.1	132.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	10.76	12.27	14.96	16.73
% PROMEDIO	10.76	12.27	14.96	16.73

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD**

CONTENIDO DE HUMEDAD %	10.76	12.27	14.96	16.73
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	6790	7001	7101	7029
PESO DEL MOLDE (grs)	2670	2670	2670	2670
PESO DEL SUELO (grs)	4120	4331	4431	4359
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	1.960	2.061	2.108	2.074
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.770	1.835	1.834	1.777
			Densidad Máxima (grs/cm3)	1.850
			Humedad Óptima%	13.80



## VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.) ASTM - D 1883

**PROYECTO :** Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016

**LOCALIZACION:** Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Regi

**KILOMETRAJE:** -

**MUESTRA :** Calicata N° 05- Capa 02 - Cdra. 05 - L/D - Suelo Natural (T.D.F

**HECHO POR :** Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pez

**MATERIAL :** Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - SUELO /

**FECHA :** Noviembre del 2016

### COMPACTACIÓN

Molde N°	10	11	12
N° de golpes por capa	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	6000	6000	6000
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8579	8930	9190
Peso del molde (gramos)	4120	4305	4320
Peso del suelo húmedo (grs.)	4459	4625	4870
Volumen del molde (cc)	2345	2315	2319
Densidad húmeda (grs./cm3)	1.90	2.00	2.10
Densidad seca (grs./cm3)	<b>1.67</b>	<b>1.76</b>	<b>1.85</b>
<b>Tarro N°</b>	<b>36</b>	<b>37</b>	<b>40</b>
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	80.63	84.05	76.53
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	74.33	77.32	70.49
Peso del agua (grs.)	6.30	6.73	6.04
Peso del tarro (grs.)	28.68	27.94	26.05
Peso del suelo seco (grs.)	45.65	49.38	44.44
% de humedad	<b>13.80</b>	<b>13.63</b>	<b>13.59</b>
PROMEDIO DE HUMEDAD			

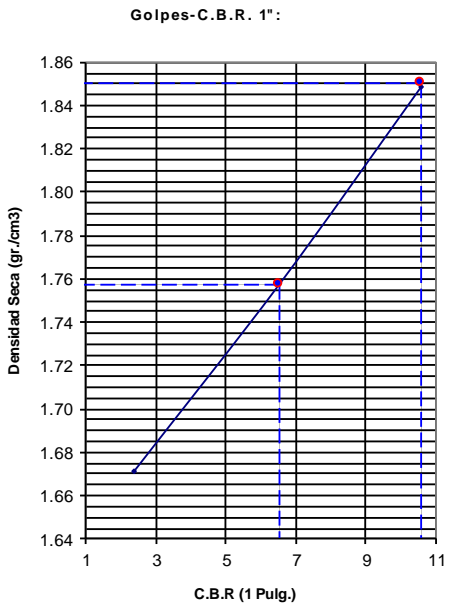
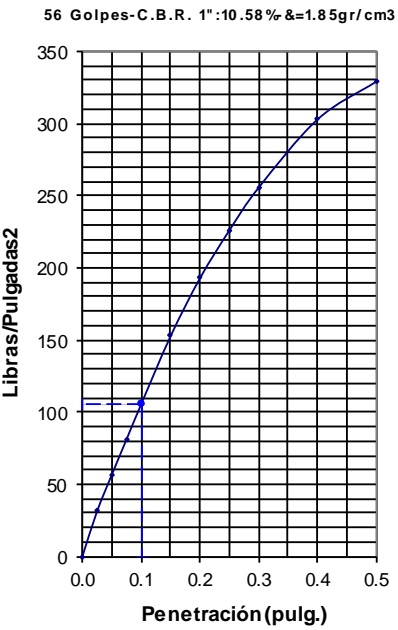
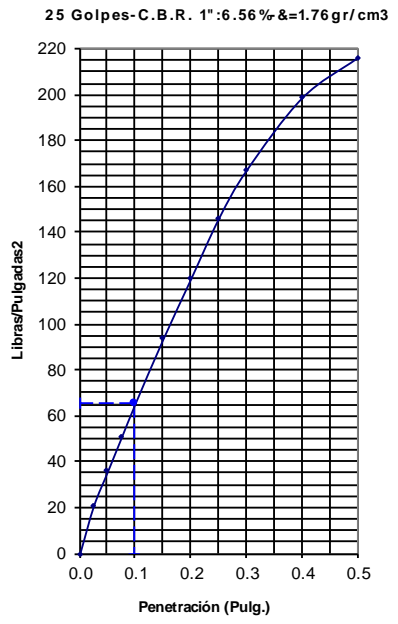
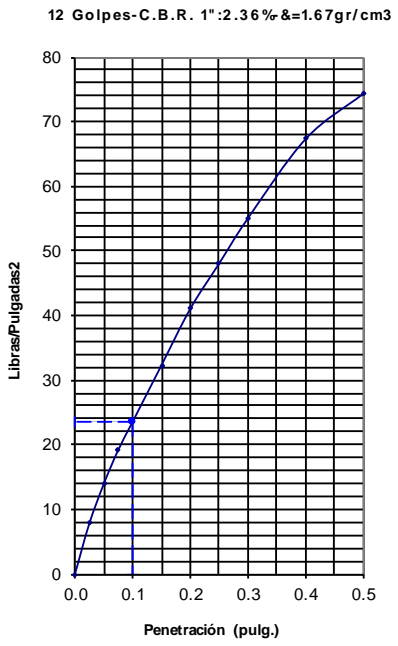
### EXPANSIÓN

FECHA	TIEMPO	LECTURA		EXPANSIÓN		LECTURA		EXPANSIÓN		
		DIAL	Mm.	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%
	0	125	0	0	214	0	0	222	0	0
	24	210	85	1.86	300	86	1.88	3006	2784	60.96
	48	283	158	3.46	370	156	3.42	380	158	3.46
	72	364	239	5.23	452	238	5.21	461	239	5.23
	96	395	270	<b>5.91</b>	485	271	<b>5.93</b>	494	272	<b>5.96</b>


### PENETRACIÓN

PENETRACIÓN	MOLDE N°10- N° de Golpes			MOLDE N°11- N° de Golpes			MOLDE N°12- N° de Golpes		
	LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN	
		DIAL	Libras.		libras./pulg	DIAL		Libras.	Libras./pulg <sup>2</sup>
0.000			0.00			0.00			0.00
0.025	1	24	8	9	63	21	15	94	31
0.050	5	42	14	17	108	36	29	170	57
0.075	8	58	19	26	152	51	43	244	81
0.100	10	71	<b>24</b>	34	197	<b>66</b>	57	317	<b>106</b>
0.150	15	97	32	50	281	94	84	459	153
0.200	20	123	41	65	359	120	107	580	193
0.250	24	144	48	80	438	146	126	680	227
0.300	28	165	55	92	501	167	143	769	256
0.400	35	202	67	110	596	199	170	910	303
0.50	39	223	74	120	648	216	185	989	330

<b>PROYECTO</b>	Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido e	<b>ENSAYO:</b>	<b>C.B.R</b>
<b>LOCALIZACION</b>	Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región Sa	Humedad Optima Porct.. Mod.:	
<b>MUESTRA</b>	Calicata N° 05- Capa 02 - Cdra. 05 - L/D - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasante		<b>13.80 %</b>
<b>MATERIAL</b>	Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - SUELO ALTE	Max. Des. Porct.. Mod.:	
<b>HECHO POR</b>	Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López		<b>1.850 gr/cm<sup>3</sup></b>



GOLPES	W. %	&.gr./cm3	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	13.80	1.67	5.91	90	2.36		95%	100%
25	13.63	1.76	5.93	95	6.56		6.56%	10.58
56	13.59	1.85	5.96	100	10.58			

REGISTRO DE EXCAVACION													
Ejecuta :		Tesisista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López					Elaboro :		Tesisista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López				
Proyecto :		Estudio de Mecánica de suelos					Reviso :						
		Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión -					Kilometraje:		-				
Ubicación		Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín					Fecha :		Noviembre del 2016				
Calicata		C-05		Nivel freático:		Prof. Exc.: 1.50 (m)		Cota As. 297.00 (msnm)		ESPESOR	HUMEDAD	Observ.	
Cota As. (m)		Est.		Descripción del Estrato de suelo		CLASIFICACION			(m)				(%)
297.00		I		Material de afirmado mezcla de grava arena limo y arcilla suelo denso de color marrón		AASHTO	SUCS	SIMBOLO	0.20		-		-
296.80		II		Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón, de alta plasticidad con respecto L.L., de media plasticidad con respecto al I.P. con 93.44% de finos (Que pasa la malla Nº 200), L.L.= 39.19% e I.P.= 17.74%, de expansión media en condición normal con respecto al I.P.		A-7-6(20)	CL		1.30		16.23		-
295.50													
OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas ASTM, (registro sin escala)													



<b>Proyecto</b>	: <b>Tesis:</b> Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jirón la Unión - Juan Guerra 2016		
<b>Localización</b>	: Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín		
<b>Muestra</b>	: Calicata Nº 06- Capa 02 - <b>Cdra. 06 - L/lzq - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasante</b>		
<b>Material</b>	: Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - <b>SUELO ALTERADO COMPACTADO Y CBR - SATURADO CUATRO DIAS</b>		
<b>Para Uso</b>	: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido	<b>Kilometraje:</b>	-
<b>Perforación</b>	: Cielo Abierto	<b>Prof. de Muestra:</b>	0.20 - 1.50
<b>Hecho Por</b>	: Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López	<b>Fecha:</b>	Noviembre del 2016

**DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs	22.00	21.31	22.90
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO grs	95.86	101.36	98.69
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs	86.64	91.49	89.02
PESO DEL AGUA grs	9.22	9.87	9.67
PESO DEL SUELO SECO grs	64.64	70.18	66.12
% DE HUMEDAD	14.26	14.06	14.62
PROMEDIO % DE HUMEDAD	14.32		

**PESO ESPECÍFICO ASTM D - 854**

TARRO	1	2	3	
PESO FRASCO+AGUA+SUELO				grs.
PESO FRASCO+AGUA				grs.
PESO SUELO SECO				grs.
PESO SUELO EN AGUA				grs.
VOLUMEN DEL SUELO				cm3
PESO ESPECIFICO				grs./cm3
PROMEDIO				grs./cm3

**PESO UNITARIO SUELTO ASTM D - 4253**

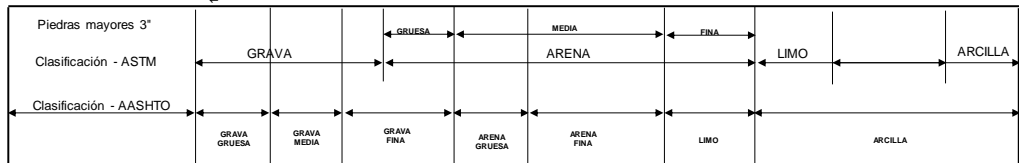
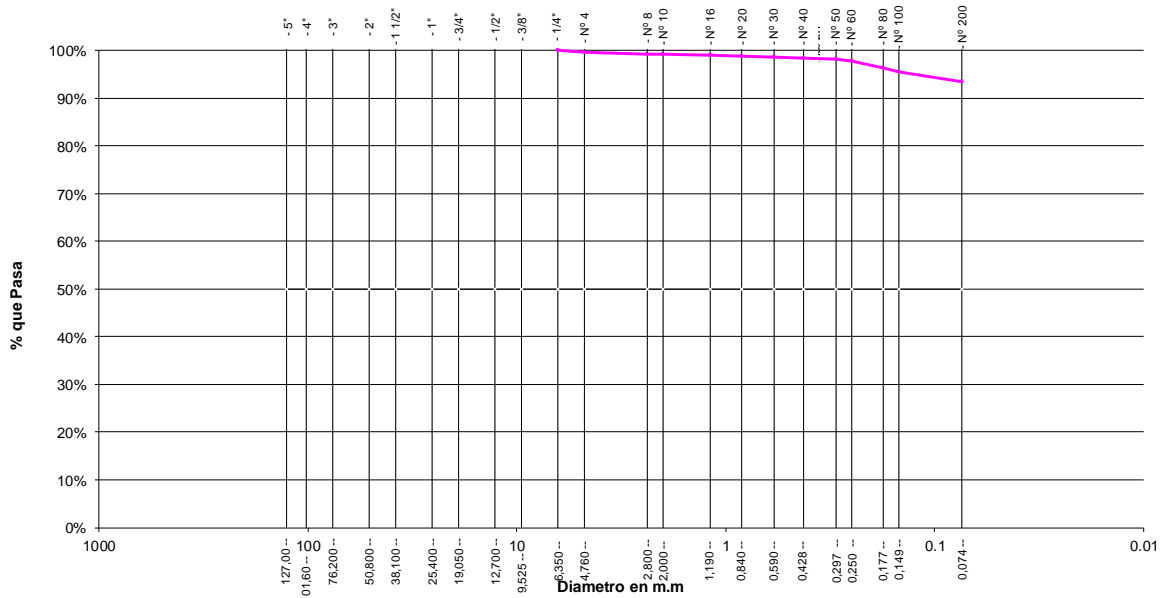
ENSAYO	1	2	3	
PESO MOLDE + MATERIAL				grs.
PESO DE MOLDE				grs.
PESO DE MATERIAL				grs.
VOLUMEN DE MOLDE				grs.
PESO UNITARIO				%
PROMEDIO				%

<b>Proyecto</b>	: Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016	<b>Perforación:</b>	Cielo Abierto
<b>Localización:</b>	Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín	<b>Kilometraje:</b>	-
<b>Muestra</b>	: Calicata Nº 06- Capa 02 - Cdra. 06 - L/Izq - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasante	<b>Profundidad de Muestra:</b>	0.20 - 1.50
<b>Material</b>	: Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - SUELO ALTERADO COMPACTADO Y CBR -	<b>Hecho Por:</b>	Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde P
<b>Para Uso</b>	: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido	<b>Fecha:</b>	Noviembre del 2016

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422**

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø (mm)						Modulo de Fineza AF:
5"	127.00					Modulo de Fineza AG:
4"	101.60					Equivalente de Arena:
3"	76.20					<b>Descripción Muestra:</b>
2"	50.80					Arcilla inorgánica
1 1/2"	38.10					
1"	25.40					
3/4"	19.050					<b>SUCS =</b>
1/2"	12.700					<b>CL</b>
3/8"	9.525					<b>AASHTO =</b>
1/4"	6.350	0.00	0.00%	100.00%		<b>A-7-6(20)</b>
Nº 4	4.760	1.72	0.19%	99.81%		LL = 44.57 WT =
Nº 8	2.380	0.81	0.09%	99.73%		LP = 25.31 WT+SAL =
Nº 10	2.000	0.20	0.02%	99.70%		IP = 19.26 WSAL =
Nº 16	1.190	1.16	0.13%	99.58%		IG = WT+SDL =
Nº 20	0.840	0.72	0.08%	99.50%		D 9C = %ARC. = 95.19
Nº 30	0.590	1.93	0.21%	99.29%		D 60 = %ERR. =
Nº 40	0.426	2.41	0.26%	99.03%		D 3C = Grafica Mallas =
Nº 50	0.297	2.96	0.32%	98.71%		D 10 = Cu =
Nº 60	0.250	3.81	0.41%	98.30%		<b>Observaciones :</b>
Nº 80	0.177	9.64	1.04%	97.26%		Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón, de alta plasticidad con respecto L.L., de alta plasticidad con respecto al I.P. con 95.19% de finos (Que pasa la malla Nº 200), L.L.= 44.57% e I.P.= 19.26%, de expansión media en condición normal con respecto al I.P.
Nº 100	0.149	6.44	0.70%	96.56%		
Nº 200	0.074	12.68	1.37%	95.19%		
Fondo	0.01	879.52	95.19%	100.00%		
<b>PESO INICIAL</b>	<b>924.00</b>					

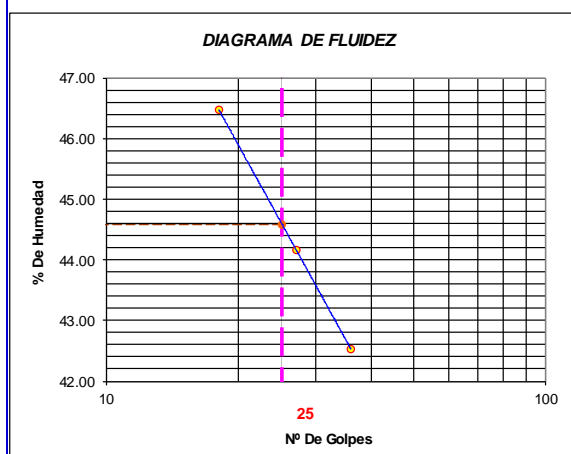
**Curva Granulometrica**



<b>Proyecto</b>	: Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016		
<b>Localización</b>	: Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín		<b>Perforación:</b> Cielo Abierto
<b>Muestra</b>	: Calicata Nº 06- Capa 02 - Cdra. 06 - L/lzq - Suelo Natural (T.D.F.)- sub ras		
<b>Material</b>	: Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - SUELO ALTERAD		
<b>Para Uso</b>	: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido		
		<b>Kilometraje:</b>	-
		<b>Profundidad de la Muestra:</b>	0.20 - 1.50
		<b>Hecho Por:</b>	Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde P
		<b>Fecha:</b>	Noviembre del 2016

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D - 4318**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs	18.04	20.31	20.14
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO g	64.81	66.73	65.62
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs	49.97	52.51	52.05
PESO DEL AGUA grs	14.84	14.22	13.57
PESO DEL SUELO SECO grs	31.93	32.20	31.91
% DE HUMEDAD	46.48	44.16	42.53
NUMERO DE GOLPES	18	27	36



Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	44.57
Límite Plástico (%)	25.31
Indice de Plasticidad Ip (%)	19.26
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-7-6(20)
Indice de consistencia Ic	

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D - 4318**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs	20.85	20.11	30.24
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO g	67.58	66.16	75.30
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs	58.19	56.76	66.25
PESO DEL AGUA grs	9.39	9.40	9.05
PESO DEL SUELO SECO grs	37.34	36.65	36.01
% DE HUMEDAD	25.15	25.65	25.13
% PROMEDIO		25.31	

**Proyecto:** Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016  
**Localización:** Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín  
**Perforación:** Cielo Abierto  
**Muestra:** Calicata Nº 06- Capa 02 - Cdra. 06 - L/Izq - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasante  
**Kilometraje:** -  
**Material:** Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - SUELO ALTERADO COMPACT.  
**Profundidad de Muestra:** 0.20 - 1.50  
**Para Uso:** Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido  
**Hecho Por:** Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde F  
**Fecha:** Noviembre del 2016

**Nº Golpes / capa:** 56      **Nº Capas:** 5      **Peso del Martillo:** 10 Lbs.  
**Dimensiones del Molde:**      **Diametro:** 15.2      **Altura:** 11.6      **Vol.** 2102  
**Sobrecarga:** 10 Lbs.

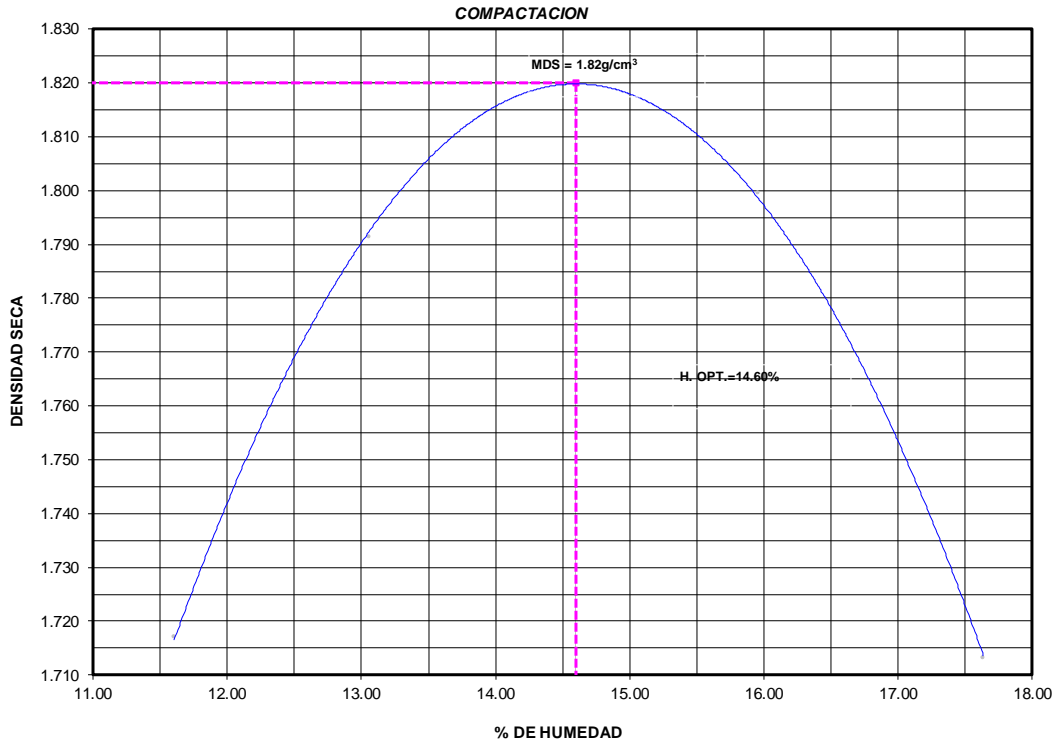
**RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557**

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

MUESTRA Nº	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)	33.49	35.20	34.15	33.64
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	182.45	180.65	180.95	182.58
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	166.96	163.85	160.75	160.25
PESO DEL AGUA (grs)	15.49	16.80	20.20	22.33
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	133.5	128.7	126.6	126.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	11.61	13.06	15.96	17.64
% PROMEDIO	11.61	13.06	15.96	17.64

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD**

CONTENIDO DE HUMEDAD %	11.61	13.06	15.96	17.64
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	6698	6927	7056	6906
PESO DEL MOLDE (grs)	2670	2670	2670	2670
PESO DEL SUELO (grs)	4028	4257	4386	4236
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	1.916	2.025	2.087	2.015
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.717	1.791	1.800	1.713
			Densidad Máxima (grs/cm3)	1.820
			Humedad Óptima%	14.60



## VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.) ASTM - D 1883

**PROYECTO :** Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016

**LOCALIZACION:** Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Regi

**KILOMETRAJE:** -

**MUESTRA :** Calicata N° 06- Capa 02 - Cdra. 06 - L/lzq - Suelo Natural (T.D

**HECHO POR :** Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pez

**MATERIAL :** Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - SUELO,

**FECHA :** Noviembre del 2016

### COMPACTACIÓN

Molde N°	04	05	06
<b>N° de golpes por capa</b>	<b>12</b>	<b>25</b>	<b>56</b>
CONDICIONES DE LA MUESTRA	6000	6000	6000
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8340	8690	8969
Peso del molde (gramos)	4087	4133	4215
Peso del suelo húmedo (grs.)	4253	4557	4754
Volumen del molde (cc)	2267	2302	2286
Densidad húmeda (grs./cm3)	1.88	1.98	2.08
Densidad seca (grs./cm3)	<b>1.64</b>	<b>1.73</b>	<b>1.82</b>
<b>Tarro N°</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>16</b>
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	78.52	80.68	76.21
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	72.04	73.85	69.96
Peso del agua (grs.)	6.48	6.83	6.25
Peso del tarro (grs.)	27.65	26.87	26.10
Peso del suelo seco (grs.)	44.39	46.98	43.86
% de humedad	<b>14.60</b>	<b>14.54</b>	<b>14.25</b>
PROMEDIO DE HUMEDAD			

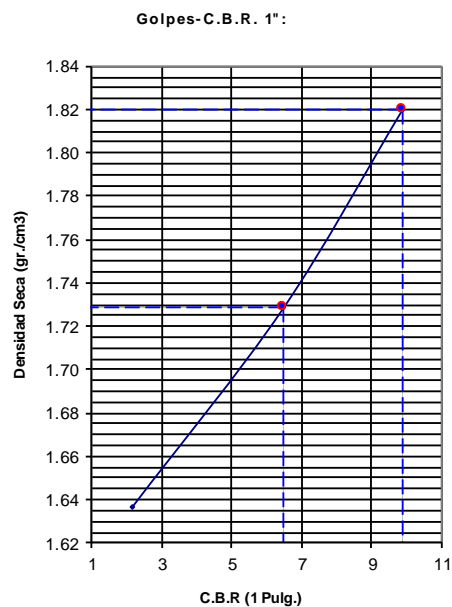
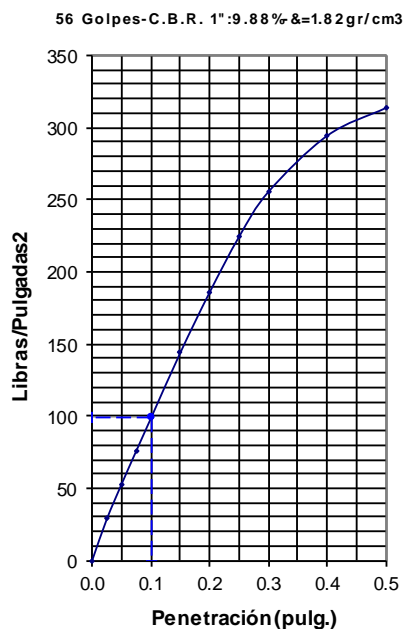
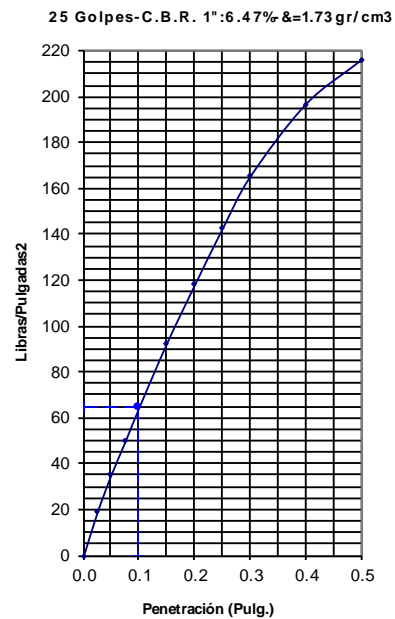
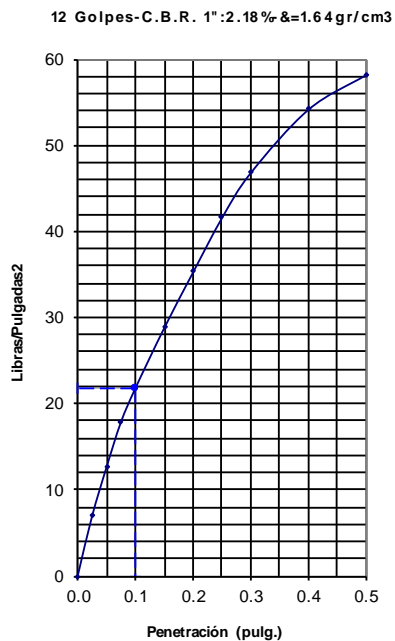
### EXPANSIÓN

FECHA	TIEMPO	LECTURA		EXPANSIÓN		LECTURA		EXPANSIÓN		LECTURA		EXPANSIÓN	
		DIAL		Mm.	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm
	0	287		0	0	231	0	0	303	0	0		
	24	365		78	1.71	310	79	1.73	384	81	1.77		
	48	437		150	3.28	380	149	3.26	453	150	3.28		
	72	487		200	4.38	428	197	4.31	500	197	4.31		
	96	523		236	<b>5.17</b>	468	237	<b>5.19</b>	538	235	<b>5.15</b>		

### PENETRACIÓN

PENETRACIÓN	MOLDE N°04-N° de Golpes			MOLDE N°05-N° de Golpes			MOLDE N°06- N° de Golpes		
	LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN	
		DIAL	Libras.		libras./pulg	DIAL		Libras.	Libras./pulg <sup>2</sup>
0.000			0.00			0.00			0.00
0.025	1	21	7	8	58	19	13	87	29
0.050	4	38	13	17	106	35	27	159	53
0.075	7	54	18	25	150	50	40	228	76
0.100	9	66	<b>22</b>	34	194	<b>65</b>	53	296	<b>99</b>
0.150	13	87	29	50	278	93	79	433	144
0.200	17	106	35	64	354	118	103	559	186
0.250	20	125	42	78	428	143	125	674	225
0.300	23	141	47	91	496	165	143	768	256
0.400	28	163	54	109	590	197	165	884	295
0.50	30	175	58	120	648	216	176	942	314

<b>PROYECTO</b>	Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento	<b>ENSAYO:</b>	<b>C.B.R</b>
<b>LOCALIZACIÓN</b>	Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín	<b>Humedad Óptima Porct.. Mod.:</b>	
<b>MUESTRA</b>	Calicata N° 06- Capa 02 - Cdra. 06 - L/lzq - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasante		<b>14.60 %</b>
<b>MATERIAL</b>	Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - SUELO ALTO	<b>Max. Des. Porct.. Mod.:</b>	
<b>HECHO POR</b>	Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López		<b>1.820 gr/cm<sup>3</sup></b>



GOLPES	W. %	&.gr./cm <sup>3</sup>	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	14.60	1.64	5.17	90	2.18		95%	100%
25	14.54	1.73	5.19	95	6.47		6.47%	9.88
56	14.25	1.82	5.15	100	9.88			

REGISTRO DE EXCAVACION										
Ejecuta :		Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López					Elaboro :		Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López	
Proyecto :		Estudio de Mecánica de suelos					Reviso :			
		Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión					Kilometraje :		-	
Ubicación		Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín					Fecha :		Noviembre del 2016	
Calicata		C-06		Nivel freático:		Prof. Exc.: 1.50 (m)		Cota As. 295.00 (msnm)		
Cota As. (m)		Est.		Descripción del Estrato de suelo		CLASIFICACION			ESPESOR HUMEDAD	
						AASHTO SUCS SIMBOLO			(m) (%)	
295.00		I		Material de afirmado mezcla de grava arena limo y arcilla suelo denso de color marrón		-			0.20 -	
294.80		II		Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón, de alta plasticidad con respecto L.L., de alta plasticidad con respecto al I.P. con 95.19% de finos (Que pasa la malla Nº 200), L.L.= 44.57% e I.P.= 19.26%, de expansión media en condición normal con respecto al I.P.		A-7-6(20) CL			1.30 14.32	
293.50										
<b>OBSERVACIONES</b> Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas ASTM. (registro sin escala)										

<b>Proyecto</b>	: <b>Tesis:</b> Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016		
<b>Localización</b>	: Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín		
<b>Muestra</b>	: Calicata Nº 07- Capa 02 - <b>Cdra. 07 - L/D - L/lzq. - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasante</b>		
<b>Material</b>	: Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - <b>SUELO ALTERADO COMPACTADO Y CBR - SATURADO CUATRO DIAS</b>		
<b>Para Uso</b>	: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido	<b>Kilometraje:</b>	-
<b>Perforación</b>	: Cielo Abierto	<b>Prof. de Muestra:</b>	0.20 - 1.50
<b>Hecho Por</b>	: Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López	<b>Fecha:</b>	Noviembre del 2016

**DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs	21.84	22.39	21.16
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO grs	101.08	103.55	105.71
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs	85.64	87.83	89.24
PESO DEL AGUA grs	15.44	15.72	16.47
PESO DEL SUELO SECO grs	63.80	65.44	68.08
% DE HUMEDAD	24.20	24.02	24.19
PROMEDIO % DE HUMEDAD	24.14		

**PESO ESPECÍFICO ASTM D - 854**

TARRO	1	2	3	
PESO FRASCO+AGUA+SUELO				grs.
PESO FRASCO+AGUA				grs.
PESO SUELO SECO				grs.
PESO SUELO EN AGUA				grs.
VOLUMEN DEL SUELO				cm3
PESO ESPECIFICO				grs./cm3
PROMEDIO				grs./cm3

**PESO UNITARIO SUELTO ASTM D - 4253**

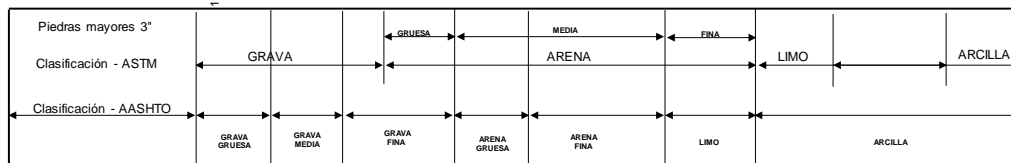
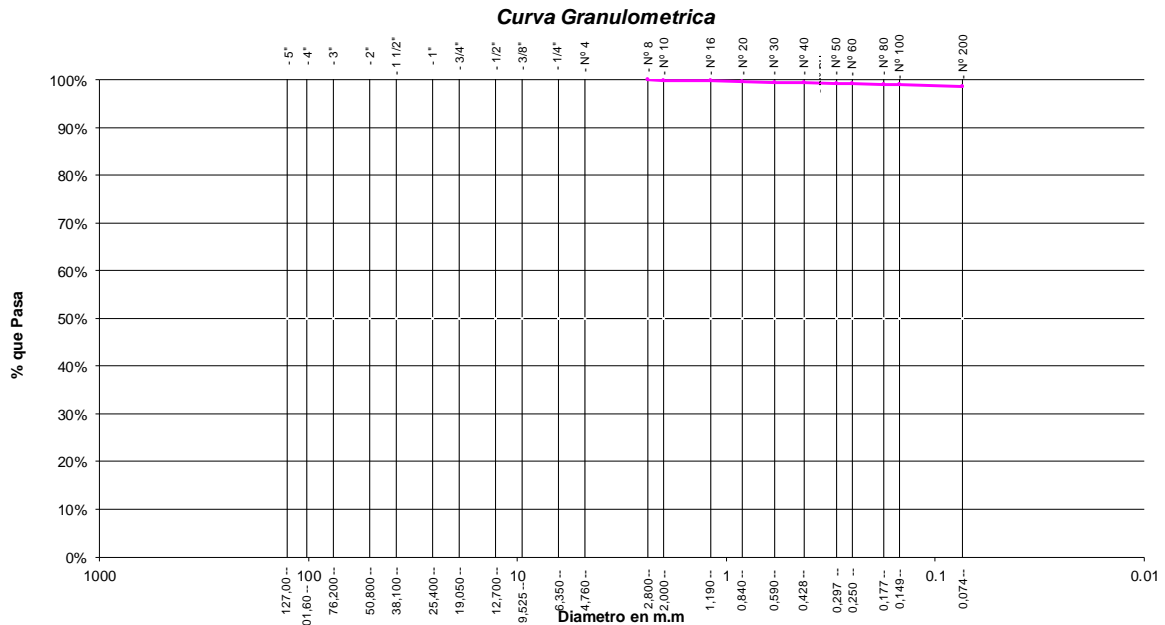
ENSAYO	1	2	3	
PESO MOLDE + MATERIAL				grs.
PESO DE MOLDE				grs.
PESO DE MATERIAL				grs.
VOLUMEN DE MOLDE				grs.
PESO UNITARIO				%
PROMEDIO				%



**Proyecto** : Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016  
**Localización**: Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín  
**Muestra** : Calicata Nº 07- Capa 02 - Cdra. 07 - L/D - L/Lq. - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasante  
**Material** : Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - SUELO ALTERADO COMPACTADO Y CBR -  
**Para Uso** : Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido  
**Perforación**: Cielo Abierto  
**Kilometraje**: -  
**Profundidad de Muestra**: 0.20 - 1.50  
**Hecho Por**: Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde F  
**Fecha**: Noviembre del 2016

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422**

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:	
Ø	(mm)					Modulo de Fineza AF:	
5"	127.00					Modulo de Fineza AG:	
4"	101.60					Equivalente de Arena:	
3"	76.20					<b>Descripción Muestra:</b> Arcilla inorgánica	
2"	50.80						
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
Nº 4	4.760						
Nº 8	2.380	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		SUCS = CL AASHTO = A-7-6(20)
Nº 10	2.000	0.79	0.08%	0.08%	99.92%		LL = 45.62 WT =
Nº 16	1.190	0.88	0.09%	0.18%	99.82%		LP = 26.39 WT+SAL =
Nº 20	0.840	1.20	0.13%	0.31%	99.69%		IP = 19.23 WSAL =
Nº 30	0.590	1.43	0.15%	0.46%	99.54%		IG = WT+SDL =
Nº 40	0.426	1.10	0.12%	0.57%	99.43%		D 9C = %ARC. = 98.56
Nº 50	0.297	0.94	0.10%	0.67%	99.33%	D 60 = %FRR. =	
Nº 60	0.250	0.61	0.06%	0.74%	99.26%	D 3C = Grafica Mallas =	
Nº 80	0.177	1.65	0.18%	0.91%	99.09%	D 10 = Cu =	
Nº 100	0.149	0.88	0.09%	1.01%	98.99%	<b>Observaciones :</b>	
Nº 200	0.074	4.05	0.43%	1.44%	98.56%	Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón, de alta plasticidad con respecto LL, de media plasticidad con respecto al I.P. con 98.56% de finos (Que pasa la malla Nº 200), LL= 45.62% e I.P.= 19.23%, de expansión media en condición normal con respecto al I.P.	
Fondo	0.01	926.47	98.56%	100.00%	0.00%		
PESO INICIAL		940.00					



**Proyecto** : Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016

**Localización** : Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín

**Perforación:** Cielo Abierto

**Muestra** : Calicata Nº 07- Capa 02 - Cdra. 07 - L/D - L/lzq. - Suelo Natural (T.D.F.)- s

**Kilometraje:** -

**Material** : Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - SUELO ALTERAD

**Profundidad de la Muestra:** 0.20 - 1.50

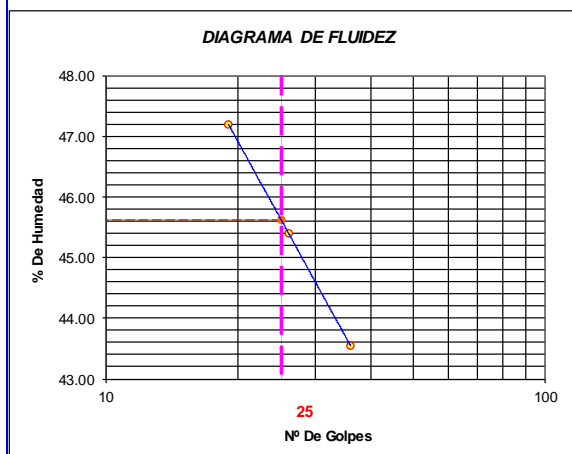
**Para Uso** : Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido

**Hecho Por:** Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde P

**Fecha:** Noviembre del 2016

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D - 4318**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs	8.01	7.91	7.96
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO g	51.49	49.80	49.43
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs	37.55	36.72	36.85
PESO DEL AGUA grs	13.94	13.08	12.58
PESO DEL SUELO SECO grs	29.54	28.81	28.89
% DE HUMEDAD	47.19	45.40	43.54
NUMERO DE GOLPES	19	26	36



Indice de Flujo FI	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	45.62
Límite Plástico (%)	26.39
Indice de Plasticidad Ip (%)	19.23
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-7-6(20)
Indice de consistencia Ic	

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D - 4318**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs	39.08	37.21	38.13
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO g	81.10	79.20	79.90
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs	72.42	70.45	71.07
PESO DEL AGUA grs	8.68	8.75	8.83
PESO DEL SUELO SECO grs	33.34	33.24	32.94
% DE HUMEDAD	26.03	26.32	26.81
% PROMEDIO	26.39		

**Proyecto:** Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016

**Localización:** Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín

**Muestra:** Calicata Nº 07- Capa 02 - Cdra. 07 - L/D - L/Izq. - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasante

**Material:** Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - SUELO ALTERADO COMPACT.

**Para Uso:** Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido

**Perforación:** Cielo Abierto

**Kilometraje:** -

**Profundidad de Muestra:** 0.20 - 1.50

**Hecho Por:** Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde F

**Fecha:** Noviembre del 2016

**Nº Golpes / capa:** 56

**Nº Capas:** 5

**Peso del Martillo:** 10 Lbs.

**Dimensiones del Molde:** **Diametro:** 15.2

**Altura:** 11.6

**Vol.:** 2102

**Sobrecarga:** 10 Lbs.

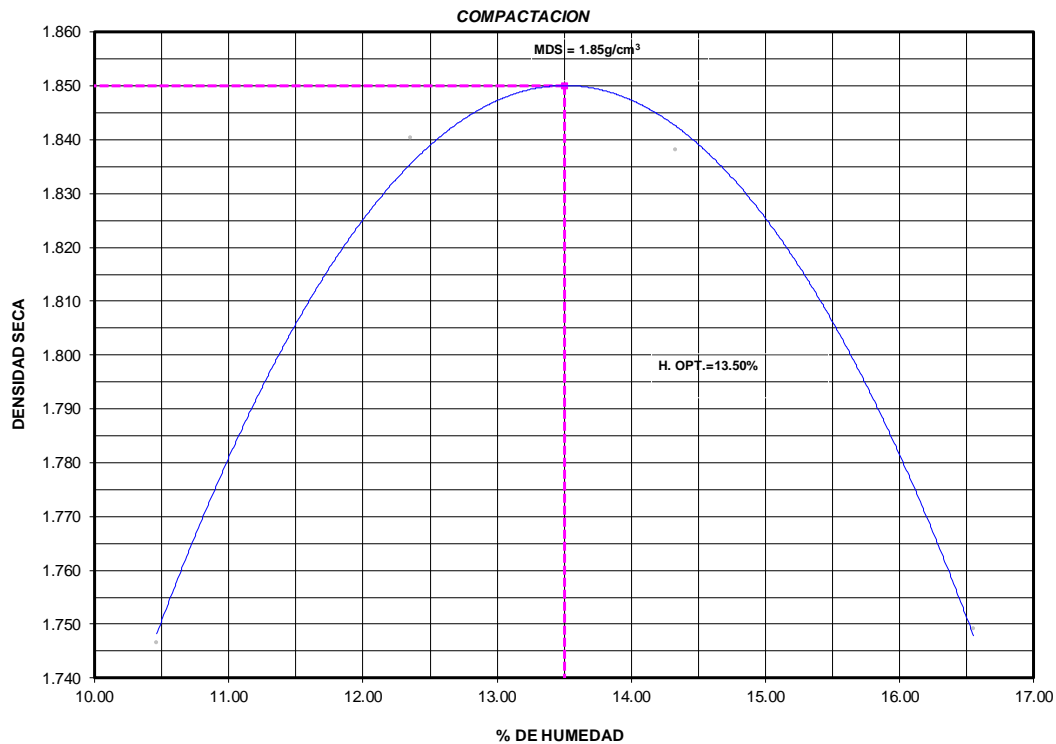
**RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557**

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

MUESTRA Nº	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)	22.66	22.26	21.33	21.12
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	142.91	145.13	149.00	139.07
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	131.52	131.62	133.00	122.32
PESO DEL AGUA (grs)	11.39	13.51	16.00	16.75
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	108.9	109.4	111.7	101.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	10.46	12.35	14.33	16.55
% PROMEDIO	10.46	12.35	14.33	16.55

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD**

CONTENIDO DE HUMEDAD %	10.46	12.35	14.33	16.55
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	6725	7016	7087	6955
PESO DEL MOLDE (grs)	2670	2670	2670	2670
PESO DEL SUELO (grs)	4055	4346	4417	4285
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	1.929	2.068	2.101	2.039
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.747	1.840	1.838	1.749
			Densidad Máxima (grs/cm3)	1.850
			Humedad Optima%	13.50



## VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.) ASTM - D 1883

**PROYECTO :** Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016

**LOCALIZACION:** Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Regi

**KILOMETRAJE:** -

**MUESTRA :** Calicata N° 07- Capa 02 - Cdra. 07 - L/D - L/lzq. - Suelo Natur

**HECHO POR :** Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pez

**MATERIAL :** Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - SUELO

**FECHA :** Noviembre del 2016

### COMPACTACIÓN

Molde N°	01		02		03	
N° de golpes por capa	12		25		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	6000		6000		6000	
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8672		9025		9125	
Peso del molde (gramos)	4325		4195		4260	
Peso del suelo húmedo (grs.)	4347		4830		4865	
Volumen del molde (cc)	2290		2420		2318	
Densidad húmeda (grs./cm3)	1.90		2.00		2.10	
Densidad seca (grs./cm3)	1.67		1.76		1.85	
Tarro N°	5		6		7	
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	130.21		132.53		125.32	
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	117.52		119.32		112.80	
Peso del agua (grs.)	12.69		13.21		12.52	
Peso del tarro (grs.)	23.52		21.32		20.12	
Peso del suelo seco (grs.)	94.00		98.00		92.68	
% de humedad	13.50		13.48		13.51	
PROMEDIO DE HUMEDAD						

### EXPANSIÓN

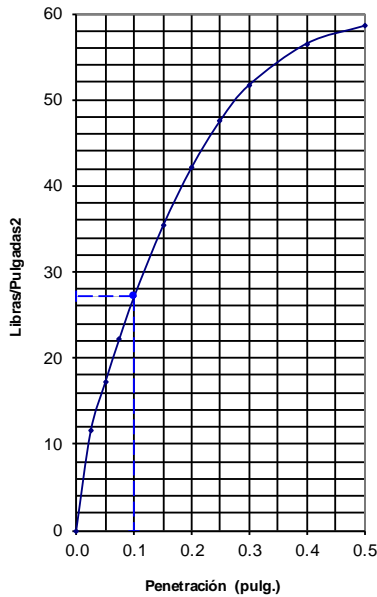
FECHA	TIEMPO	LECTURA		EXPANSIÓN		LECTURA		EXPANSIÓN		
		DIAL	Mm.	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%
	0	169	0	0	248	0	0	184	0	0
	24	240	71	1.55	317	69	1.51	257	73	1.60
	48	303	134	2.93	383	135	2.96	320	136	2.98
	72	338	169	3.70	419	171	3.74	353	169	3.70
	96	355	186	4.07	433	185	4.05	367	183	4.01

### PENETRACIÓN

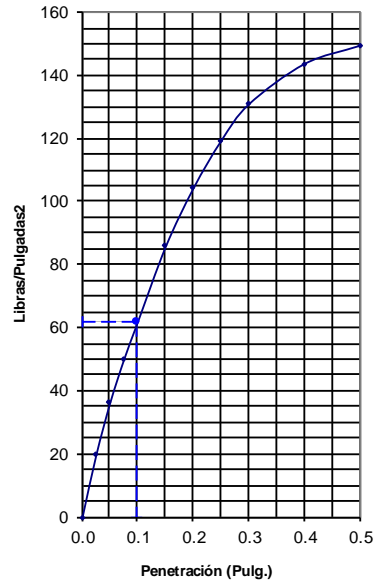
PENETRACIÓN	MOLDE N°01-N° de Golpes			MOLDE N°02-N° de Golpes			MOLDE N°03- N° de Golpes		
	LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN	
		DIAL	Libras.		libras./pulg	DIAL		Libras.	Libras./pulg <sup>2</sup>
0.000			0.00			0.00			0.00
0.025	3	34	11	8	60	20	14	94	31
0.050	6	51	17	17	109	36	29	170	57
0.075	9	67	22	25	150	50	43	246	82
0.100	12	81	27	32	186	62	56	312	104
0.150	17	106	35	46	257	86	77	423	141
0.200	21	126	42	56	313	104	96	522	174
0.250	24	143	48	65	358	119	111	601	200
0.300	26	155	52	71	393	131	122	661	220
0.400	29	170	57	79	431	144	137	736	245
0.50	30	176	59	82	449	150	142	763	254

<b>PROYECTO</b>	Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento	<b>ENSAYO:</b>	<b>C.B.R</b>
<b>LOCALIZACIÓN</b>	Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín	Humedad Óptima Porct.. Mod.:	
<b>MUESTRA</b>	Calicata N° 07- Capa 02 - Cdra. 07 - L/D - L/lzq. - Suelo Natural (T.D.F.)- sub rasante		<b>13.50 %</b>
<b>MATERIAL</b>	Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón - SUELO ALTO	Max. Des. Porct.. Mod.:	
<b>HECHO POR</b>	Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López		<b>1.850 gr/cm<sup>3</sup></b>

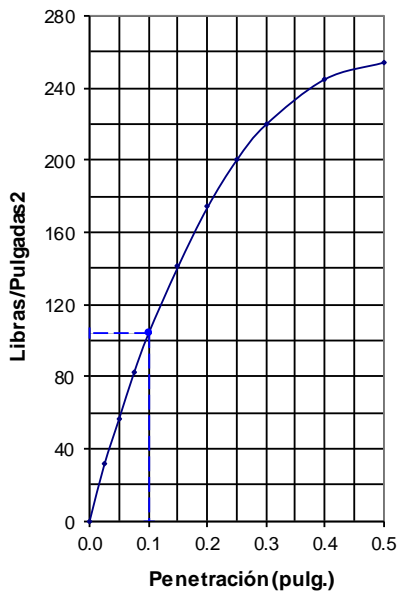
12 Golpes-C.B.R. 1":2.71%=&=1.67gr/cm3



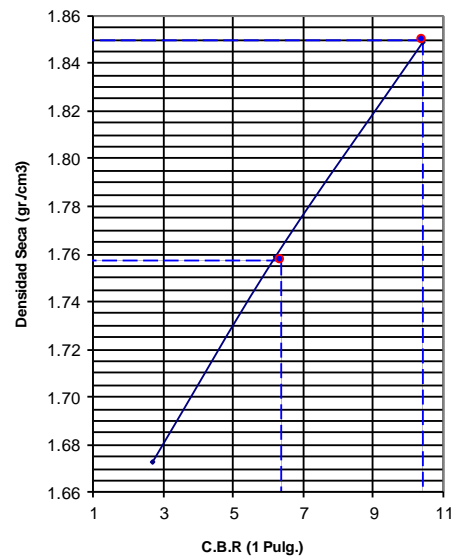
25 Golpes-C.B.R. 1":6.21%=&=1.76gr/cm3



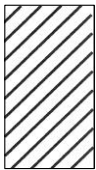
56 Golpes-C.B.R. 1":10.41%=&=1.85gr/cm3



Golpes-C.B.R. 1":



GOLPES	W. %	&.gr./cm3	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	13.50	1.67	4.07	90	2.71		95%	100%
25	13.48	1.76	4.05	95	6.21		6.38%	10.41
56	13.51	1.85	4.01	100	10.41			

REGISTRO DE EXCAVACION												
Ejecuta :		Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López					Elaboro :		Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López			
Proyecto :		Estudio de Mecánica de suelos					Reviso :					
		Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión -					Kilometraje:		-			
Ubicación		Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín					Fecha :		Noviembre del 2016			
Calicata		C-07		Nivel freático:	Prof. Exc.:	1.50	(m)	Cota As.	294.00	(msnm)		
Cota As. (m)		Est.		Descripción del Estrato de suelo			CLASIFICACION			ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	Observ.
							AASHTO	SUCS	SIMBOLO			
294.00		I		Material de afirmado mezcla de grava arena limo y arcilla suelo denso de color marrón			-	S/C		0.20	-	-
293.80		II		Arcilla inorgánica, suelo semi denso, de color marrón, de alta plasticidad con respecto L.L., de media plasticidad con respecto al I.P. con 98.56% de finos (Que pasa la malla N° 200), L.L.= 45.62% e I.P.= 19.23%, de expansión media en condición normal con respecto al I.P.			A-7-6(20)	CL		1.30	24.14	-
292.50												
OBSERVACIONES: Del registro de excavación que se muestra se ha extraído las muestras MAB y MIB para los ensayos correspondientes, los mismos que han sido extraídas, colectadas, transportadas y preparadas de acuerdo a las normas vigentes en nuestro país y homologadas con normas ASTM, (registro sin escala)												

**RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS DEL  
VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.) –  
INALTERADO – SATURADO – ASTM – D 1883 – SE  
COLOCO LAS DOS SOBRE CARGAS**

## ENSAYOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016

Hecho Por: Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López

Tipo de Ensayos Realizados	SUELO NATURAL INALTERADO						UNIDADES
<b>Valor Soporte Relativo (C.B.R.) Saturado- ASTM - D 1883</b>							
	<b>Antes de suturar</b>	<b>después de suturar (4 días)</b>	<b>Antes de suturar</b>	<b>después de suturar (4 días)</b>	<b>Antes de suturar</b>	<b>después de suturar (4 días)</b>	
<b>Compactacion</b>							
Densidad Seca	1.53	1.55	1.53	1.57	1.52	1.56	grs/cm3
% de Humedad	20.23	22.39	19.38	21.76	20.42	22.63	%
<b>Expansion</b>	<b>0.24</b>		<b>0.28</b>		<b>0.22</b>		%
<b>Valor Soporte Relativo (C.B.R.) - ASTM - D 1883</b>							
CBR-1"	<b>1.22</b>		<b>1.20</b>		<b>1.25</b>		%
<b>Valor Soporte Relativo (C.B.R.) -Sin Saturar - ASTM - D 1883</b>							
<b>Compactacion</b>							
Densidad Seca	1.53		1.54		1.51		grs/cm3
% de Humedad	21.02		20.81		21.58		%
<b>Valor Soporte Relativo (C.B.R.) - ASTM - D 1883</b>							
CBR-1"	<b>3.76</b>		<b>3.37</b>		<b>3.58</b>		%



## VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.) - INALTERADO - SATURADO- ASTM - D 1883- SE COLOCO LAS DOS SOBRE CARGAS

**PROYECTO** : Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016  
**LOCALIZACION** : Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín  
**MUESTRA** : Suelo Natural (T.D.F.)-C.B.R.-SATURADO **HECHO POR** : Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López  
**MATERIAL** : Arcilla inorgánica, suelo denso, de color marrón-T.D.F **FECHA** : Noviembre de 2016

### COMPACTACIÓN

Molde N°	10		11		12	
<b>N° de golpes por capa</b>	-		-		-	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	Inalterado	saturado	Inalterado	saturado	Inalterado	saturado
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8901	9010	7670	7852	7655	7835
Peso del molde (gramos)	4990	4990	3690	3690	3672	3672
Peso del suelo húmedo (grs.)	3911	4020	3980	4162	3983	4163
Volumen del molde (cc)	2123	2124	2177	2177	2180	2180
Densidad húmeda (grs./cm3)	1.84	1.89	1.83	1.91	1.83	1.91
Densidad seca (grs./cm3)	<b>1.53</b>	<b>1.55</b>	<b>1.53</b>	<b>1.57</b>	<b>1.52</b>	<b>1.56</b>
<b>Tarro N°</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	113.12	126.06	136.35	126.63	147.21	142.05
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	100.25	107.16	117.55	108.62	128.38	119.50
Peso del agua (grs.)	12.87	18.90	18.80	18.01	18.83	22.55
Peso del tarro (grs.)	36.64	22.76	20.52	25.85	36.15	19.85
Peso del suelo seco (grs.)	63.61	84.40	97.03	82.77	92.23	99.65
% de humedad	<b>20.23</b>	<b>22.39</b>	<b>19.38</b>	<b>21.76</b>	<b>20.42</b>	<b>22.63</b>
PROMEDIO DE HUMEDAD						

### EXPANSIÓN

FECHA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
			Mm.	%		mm	%		mm	%
	0	166	0	0	205	0	0	150	0	0
	24	171	5	0.11	209	4	0.09	157	7	0.15
	48	173	7	0.15	212	7	0.15	159	9	0.20
	72	175	9	0.20	218	13	0.28	160	10	0.22
	96	177	11	<b>0.24</b>	218	13	<b>0.28</b>	160	10	<b>0.22</b>

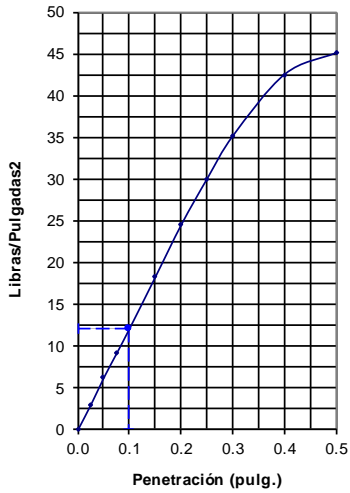
### PENETRACIÓN

PENETRACIÓN	MOLDE N°01-N° de Golpes			MOLDE N°02-N° de Golpes			MOLDE N°03- N° de Golpes		
	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN	
		Libras.	libras./pulg		Libras.	Libras./pulg <sup>2</sup>		Libras.	Libras./pulg <sup>2</sup>
0.000			0.00			0.00			0.00
0.025	4	9	3	4	9	3	4	10	3
0.050	9	19	6	8	18	6	9	19	6
0.075	13	28	9	12	26	9	13	28	9
0.100	17	36	<b>12.2</b>	16	36	<b>12.0</b>	17	37	<b>12.5</b>
0.150	25	55	18	24	54	18	26	57	19
0.200	34	74	25	32	71	24	34	75	25
0.250	41	90	30	40	88	29	42	91	30
0.300	48	106	35	46	102	34	48	106	35
0.400	58	128	43	57	125	42	58	128	43
0.50	62	135	45	62	135	45	61	135	45

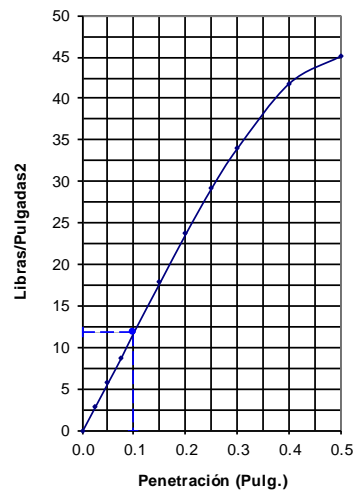
## GRAFICOS

<b>PROYECTO</b>	: Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016		
<b>LOCALIZACION</b>	: Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín		
<b>MUESTRA</b>	: Suelo Natural (T.D.F.)-C.B.R.-SATURADO		
<b>MATERIAL</b>	: Arcilla inorgánica, suelo denso, de color marrón-T.D.F		
<b>HECHO POR</b>	: Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López	<b>Densidad Seca :</b>	<b>1.53</b> gr/cm <sup>3</sup>

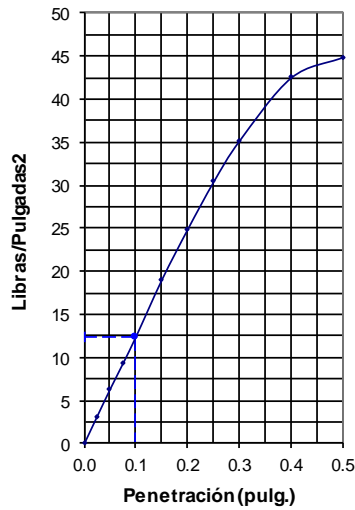
Muestra Inalterado = - C.B.R. 1":1.22% &=1.53 gr/cm3



Muestra Inalterado = - C.B.R. 1":1.2% &=1.53 gr/cm3



Muestra Inalterado = - C.B.R. 1":1.25% &=1.52 gr/cm3



GOLPES	W. %	&.gr./cm3	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	Promedio de C.B.R. - 1"
	20.23	1.53	0.24		1.22		
	19.38	1.53	0.28		1.20		1.22
	19.38	1.52	0.22		1.25		

**RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS DEL  
VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.) –  
INALTERADO – SIN SATURAR – ASTM – D 1883**

## VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.) - INALTERADO - ASTM - D 1883

**PROYECTO :** Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016

**LOCALIZACION:** Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín

**MUESTRA :** Suelo Natural (T.D.F.)-C.B.R.-SIN SATURAR

**KILOMETRAJE:** -

Tesisista Bach. Ing. Civil. Velarde

**MATERIAL :** Arcilla inorgánica, suelo denso, de color marrón-T.D.F

**HECHO POR :** Pezo López

**FECHA :** Diciembre de 2016

### COMPACTACIÓN

Molde Nº	01		02		03	
<b>Nº de golpes por capa</b>	-		-		-	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	Inalterdo		Inalterdo		Inalterado	
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8250		8465		7675	
Peso del molde (gramos)	4379		4525		3672	
Peso del suelo húmedo (grs.)	3871		3940		4003	
Volumen del molde (cc)	2092		2116		2180	
Densidad húmeda (grs./cm3)	1.85		1.86		1.84	
Densidad seca (grs./cm3)	1.53		1.54		1.51	
<b>Tarro Nº</b>	<b>50</b>		<b>60</b>		<b>70</b>	
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	105.09		107.89		147.21	
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	93.65		93.10		127.50	
Peso del agua (grs.)	11.44		14.79		19.71	
Peso del tarro (grs.)	39.23		22.02		36.15	
Peso del suelo seco (grs.)	54.42		71.08		91.35	
% de humedad	21.02		20.81		21.58	
PROMEDIO DE HUMEDAD						

### EXPANSIÓN

FECHA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
			Mm.	%		mm	%		mm	%

### PENETRACIÓN

PENETRACIÓN	MOLDE Nº01-Nº de Golpes			MOLDE Nº02-Nº de Golpes			MOLDE Nº03- Nº de Golpes		
	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN	
		Libras.	libras./pulg		Libras.	Libras./pulg <sup>2</sup>		Libras.	Libras./pulg <sup>2</sup>
0.000			0.00			0.00			0.00
0.025	2	29	10	11	24	8	2	27	9
0.050	8	58	19	22	48	16	7	54	18
0.075	13	87	29	34	75	25	12	81	27
0.100	18	113	37.6	46	101	33.7	17	108	35.8
0.150	28	163	54	70	154	51	28	163	54
0.200	36	207	69	94	207	69	38	215	72
0.250	43	246	82	115	253	84	47	262	87
0.300	49	278	93	132	290	97	54	299	100
0.400	58	325	108	154	339	113	63	349	116
0.50	62	344	115	163	359	120	68	375	125

## GRAFICOS

**PROYECTO** Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016

**LOCALIZACION** Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín

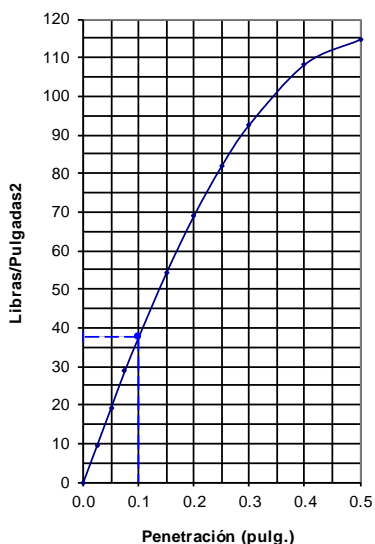
**MUESTRA** Suelo Natural (T.D.F.)-C.B.R.-SIN SATURAR

**MATERIAL** Arcilla inorgánica, suelo denso, de color marrón-T.D.F

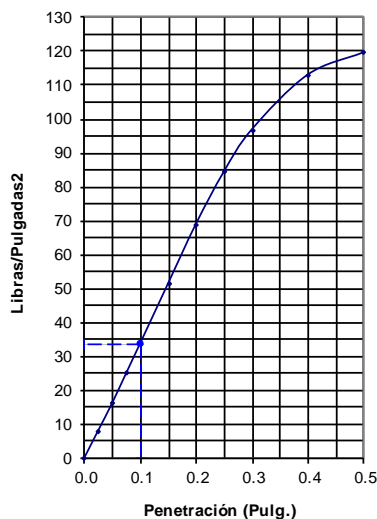
**HECHO POR** Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López

**Densidad Seca :** 1.53 gr/cm<sup>3</sup>

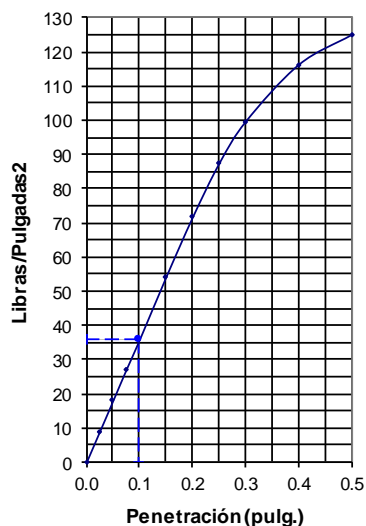
M. Inalterado = -C.B.R. 1":3.76%=&=1.53 gr/cm3



M. Inalterado = -C.B.R. 1":3.37%=&=1.54 gr/cm3



M. Inalterado = -C.B.R. 1":3.58%=&=1.51gr/cm3



GOLPES	W. %	&.gr./cm3	HINCH. %	CBR-1"	CBR-2"	Promedio de C.B.R.
	21.02	1.53	0.00	3.76		
	20.81	1.54	0.00	3.37		3.57%
	20.81	1.51	0.00	3.58		

**FOTOGRAFIAS DE VISTAS PANORAMICAS  
DEL AREA EN ESTUDIO**

**SE OBSERVA VISTA PANORAMICA DEL ÁREA EN ESTUDIO, JR. LA UNION-JUAN GUERRA**



**SE OBSERVA VISTA PANORAMICA DEL ÁREA EN ESTUDIO, JR. LA UNION-JUAN GUERRA**



**SE OBSERVA VISTA PANORAMICA DEL ÁREA EN ESTUDIO, JR. LA UNION-JUAN GUERRA**



**SE OBSERVA VISTA PANORAMICA DEL ÁREA EN ESTUDIO, JR. LA UNION-JUAN GUERRA**





**SE OBSERVA VISTA PANORAMICA DEL ÁREA EN ESTUDIO, JR. LA UNION-JUAN GUERRA**



**SE OBSERVA VISTA PANORAMICA DEL ÁREA EN ESTUDIO, JR. LA UNION-JUAN GUERRA**



**FOTOGRAFIAS DE EXTRACCION Y  
MUESTREO DE LAS CALICATAS EXCAVADAS  
EN EL AREA DE ESTUDIO**

**SE OBSERVA VISTA PANORAMICA DEL AREA DE ESTUDIO JR. LA UNION CUADRA N° 01 Y 02.**



**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL REALIZANDO LA MEDICION DE LOS ESTRATOS DEL SUELO, CALICATA EXCAVADA N°01 – JR. LA UNION CDRA N°01-L/IZQ.**



**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL, REALIZANDO EL PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO, CALICATA EXCAVADA N°01 – JR. LA UNION CDRA N°01-L/IZQ.**



**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL, REALIZANDO LA EXTRACCIÓN Y MUESTREO DEL SUELO, CALICATA EXCAVADA N°01 – JR. LA UNION CDRA N°01-L/IZQ.**



**SE OBSERVA EL PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO, CALICATA EXCAVADA N°01 – JR. LA UNION CDRA N°01-L/IZQ.**



**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL, REALIZANDO LA EXTRACCIÓN Y MUESTREO DEL SUELO PARA LOS ENSAYOS DE PROCTOR MODIFICADO, CBR, CALICATA EXCAVADA N°01 – JR. LA UNION CDRA N°01-L/IZQ.**



**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL REALIZANDO LA MEDICION DE LOS ESTRATOS DEL SUELO, CALICATA EXCAVADA N°02 – JR. LA UNION CDRA N°02-L/ IZQ.**



**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL, REALIZANDO EL PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO, CALICATA EXCAVADA N°02 – JR. LA UNION CDRA N°02-L/ IZQ.**



**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL, REALIZANDO LA EXTRACCIÓN Y MUESTREO DEL SUELO, CALICATA EXCAVADA N°02 – JR. LA UNION CDRA N°02-L/ IZQ.**



**SE OBSERVA EL PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO, CALICATA EXCAVADA N°02 – JR. LA UNION CDRA N°02-L/ IZQ.**



**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL, REALIZANDO LA EXTRACCIÓN Y MUESTREO DEL SUELO PARA LOS ENSAYOS DE PROCTOR MODIFICADO, CBR, CALICATA EXCAVADA N°02 – JR. LA UNION CDRA N°02-L/ IZQ.**



**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL REALIZANDO LA MEDICION DE LOS ESTRATOS DEL SUELO, CALICATA EXCAVADA N°03 – JR. LA UNION CDRA N°03-L/D.**





SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL, REALIZANDO EL PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO, CALICATA EXCAVADA N°03 – JR. LA UNION CDRA N°03-L/D



SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL, REALIZANDO LA EXTRACCIÓN Y MUESTREO DEL SUELO, CALICATA EXCAVADA N°03 – JR. LA UNION CDRA N°03-L/D



**SE OBSERVA EL PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO, CALICATA EXCAVADA N°03 – JR. LA UNION CDRA N°03-L/D**



**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL, REALIZANDO EL PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO, CALICATA EXCAVADA N°04 – JR. LA UNION CDRA N°04-L/IZQ.**



**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL, REALIZANDO LA EXTRACCIÓN Y MUESTREO DEL SUELO, CALICATA EXCAVADA N°04 – JR. LA UNION CDRA N°04-L/ IZQ.**



**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL, REALIZANDO LA EXTRACCIÓN Y MUESTREO DEL SUELO PARA LOS ENSAYOS DE PROCTOR MODIFICADO, CBR, CALICATA EXCAVADA N°04 – JR. LA UNION CDRA N°04-L/ IZQ.**



**SE OBSERVA AL TESISTA BACH. ING. CIVIL, REALIZANDO EL PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO, CALICATA EXCAVADA N°05 – JR. LA UNION CDRA N°05-L/D.**



**SE OBSERVA AL TESISTA BACH. ING. CIVIL, REALIZANDO LA EXTRACCIÓN Y MUESTREO DEL SUELO, CALICATA EXCAVADA N°05 – JR. LA UNION CDRA N°05-L/D.**



**SE OBSERVA EL PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO, CALICATA EXCAVADA N°05 – JR. LA UNION  
CDRA N°05-L/D.**



**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL, REALIZANDO LA EXTRACCIÓN Y MUESTREO DEL SUELO  
PARA LOS ENSAYOS DE PROCTOR MODIFICACIO, CBR, CALICATA EXCAVADA N°05 – JR. LA UNION  
CDRA N°05-L/D.**



SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL, REALIZANDO EL PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO, CALICATA EXCAVADA N°06 – JR. LA UNION CDRA N°06-L/ IZQ.



SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL, REALIZANDO LA EXTRACCIÓN Y MUESTREO DEL SUELO, CALICATA EXCAVADA N°06 – JR. LA UNION CDRA N°06-L/IZQ.



**SE OBSERVA EL PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO, CALICATA EXCAVADA N°06 – JR. LA UNION CDRA N°06-L/IZQ.**



**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL REALIZANDO LA MEDICION DE LOS ESTRATOS DEL SUELO, CALICATA EXCAVADA N°07 – JR. LA UNION CDRA N°07-L/D**



SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL, REALIZANDO LA EXTRACCIÓN Y MUESTREO DEL SUELO, CALICATA EXCAVADA N°07 – JR. LA UNION CDRA N°07-L/D



SE OBSERVA EL PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO, CALICATA EXCAVADA N°07 – JR. LA UNION CDRA N°07-L/D





**RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN  
LA SUB RASANTE NATURAL DEL CONTROL DE  
COMPACTACION – METODO CONO DE ARENA -  
MTC E 117-2000 - AASHTO T 191-92 - ASTM D 1556**

## CONTROL DE COMPACTACIÓN - METODO CONO DE ARENA

MTC E 117-2000 - AASHTO T 191-92 - ASTM D 1556

**Proyecto** : Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016

**Localización** : Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín

**Analizado** : Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López **Fecha:** 07, 09 de Septiembre del 2,016

**Suelo** : Arcilla inorgánica, de color marrón-T.D.F **Capa:** capa de sub rasante natural

HUECOS DE PRUEBA No. (PROGRESIVA)	FECHA DE MUESTREO					UNID
	07/09/16	07/09/16	09/09/16	09/09/16	09/09/16	
	Jr. La Union Cdtra1	Jr. La Union Cdtra2	Jr. La Union Cdtra3	Jr. La Union Cdtra4	Jr. La Union Cdtra5	
1.- PESO SUELO HUMEDAD DEL HUECO MAS DEPOSITO	3533	3673	4401	4350	3985	Grs.
2.- PESO DEL DEPOSITO	5	5	5	5	5	"
3.- PESO DEL SUELO HÚMEDO DEL HUECO	3528	3668	4396	4345	3980	"
4.- PESO DE LA ARENA MAS EL FRASCO	7668	7566	7537	7508	7508	"
5.- PESO DE LA ARENA QUE QUEDA EN EL FRASCO	3280	3158	2565	2470	2730	"
6.- PESO ARENA DEL HUECO MAS PESO ARENA CONO	4388	4408	4972	5038	4778	"
7.- PESO ARENA DEL CONO	1523	1523	1523	1523	1523	"
8.- PESO ARENA DEL HUECO	2865	2885	3449	3515	3255	"
9.- DENSIDAD DE LA ARENA	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	grs./cc
10.- VOLUMEN DEL HUECO	2076	2091	2499	2547	2359	cc.
11.- PESO DE LA GRAVA SECADA AL AIRE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Grs.
12.- VOLUMEN DE LO SECADO AL AIRE (Peso Específico)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	cc.
13.- VOLUMEN DE LA GRAVA POR DESOLAMIENTO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	"
14.- PESO DEL SUELO HÚMEDO	3528	3668	4396	4345	3980	Grs.
15.- VOLUMEN DEL SUELO	2076	2091	2499	2547	2359	cc.
16.- DENSIDAD SUELO HÚMEDO	1.70	1.75	1.76	1.71	1.69	grs./cc
17.- HUMEDAD CONTENIDA DEL SUELO	8.10	6.20	6.00	7.10	8.20	%
18.- DENSIDAD DEL SUELO SECO	1.57	1.65	1.66	1.59	1.56	grs./cc
19.- MÁXIMA DENSIDAD DETERMINADA EN CURVA	1.84	1.90	1.85	1.85	1.85	"
20.- PORCENTAJE DE COMPACTACIÓN	<b>85.44</b>	<b>86.95</b>	<b>89.69</b>	<b>86.10</b>	<b>84.30</b>	%

# CONTROL DE COMPACTACIÓN - METODO CONO DE ARENA

**MTC E 117-2000 - AASHTO T 191-92 - ASTM D 1556**

**Proyecto** : Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016

**Localización** : Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín

**Analizado** : Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López **Fecha:** 07, 09 de Septiembre del 2,016

**Suelo** : Arcilla inorgánica, de color marrón-T.D.F **Capa:** capa de sub rasante natural

HUECOS DE PRUEBA No. (PROGRESIVA)	FECHA DE MUESTREO				UNID
	09/09/16	09/09/16			
	Jr. La Union Cdra6	Jr. La Union Cdra7			
1.- PESO SUELO HUMEDAD DEL HUECO MAS DEPOSITO	4150	4025			Grs.
2.- PESO DEL DEPOSITO	5	5			"
3.- PESO DEL SUELO HÚMEDO DEL HUECO	4145	4020			"
4.- PESO DE LA ARENA MAS EL FRASCO	7464	7410			"
5.- PESO DE LA ARENA QUE QUEDA EN EL FRASCO	2450	2530			"
6.- PESO ARENA DEL HUECO MAS PESO ARENA CONO	5014	4880			"
7.- PESO ARENA DEL CONO	1523	1523			"
8.- PESO ARENA DEL HUECO	3491	3357			"
9.- DENSIDAD DE LA ARENA	1.38	1.38			grs./cc
10.- VOLUMEN DEL HUECO	2530	2433			cc.
11.- PESO DE LA GRAVA SECADA AL AIRE	0.00	0.00			Grs.
12.- VOLUMEN DE LO SECADO AL AIRE (Peso Específico)	0.00	0.00			cc.
13.- VOLUMEN DE LA GRAVA POR DESOLAMIENTO	0.00	0.00			"
14.- PESO DEL SUELO HÚMEDO	4145	4020			Grs.
15.- VOLUMEN DEL SUELO	2530	2433			cc.
16.- DENSIDAD SUELO HÚMEDO	1.64	1.65			grs./cc
17.- HUMEDAD CONTENIDA DEL SUELO	8.00	7.00			%
18.- DENSIDAD DEL SUELO SECO	1.52	1.54			grs./cc
19.- MÁXIMA DENSIDAD DETERMINADA EN CURVA	1.82	1.85			"
20.- PORCENTAJE DE COMPACTACIÓN	<b>83.36</b>	<b>83.48</b>			%

**FOTOGRAFIA DE VISTA DE ENSAYO DE DENSIDAD  
DE CAMPO EN EL AREA DE ESTUDIO**

**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL. VELARDE PEZO LÓPEZ REALIZANDO – PRUEBA DE COMPACTACIÓN DE LA SUB RASANTE NATURAL– JR. LA UNIÓN – CDRA. 01 - L/IZQ.**



**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL. VELARDE PEZO LÓPEZ REALIZANDO – PRUEBA DE COMPACTACIÓN DE LA SUB RASANTE NATURAL– JR. LA UNIÓN – CDRA. 01 - L/IZQ.**



**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL. VELARDE PEZO LÓPEZ REALIZANDO – PRUEBA DE COMPACTACIÓN DE LA SUB RASANTE NATURAL– JR. LA UNIÓN – CDRA. 02 - L/IZQ.**



**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL. VELARDE PEZO LÓPEZ REALIZANDO – PRUEBA DE COMPACTACIÓN DE LA SUB RASANTE NATURAL-DETERMINANDO EL PORCENTAJE DE HUMEDAD EN IN-SITU, CON EL SPEEDY– JR. LA UNIÓN – CDRA. 02 - L/IZQ.**



SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL. VELARDE PEZO LÓPEZ REALIZANDO – PRUEBA DE COMPACTACIÓN DE LA SUB RASANTE NATURAL– JR. LA UNIÓN – CDRA. 03 - L/D.



SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL. VELARDE PEZO LÓPEZ REALIZANDO – PRUEBA DE COMPACTACIÓN DE LA SUB RASANTE NATURAL– JR. LA UNIÓN – CDRA. 04 - L/IZQ.



**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL. VELARDE PEZO LÓPEZ REALIZANDO – PRUEBA DE COMPACTACIÓN DE LA SUB RASANTE NATURAL– JR. LA UNIÓN – CDRA. 05 - L/D.**



**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL. VELARDE PEZO LÓPEZ REALIZANDO – PRUEBA DE COMPACTACIÓN DE LA SUB RASANTE NATURAL-DETERMINANDO EL PORCENTAJE DE HUMEDAD EN IN-SITU, CON EL SPEEDY– JR. LA UNIÓN – CDRA. 05 - L/D.**





**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL. VELARDE PEZO LÓPEZ REALIZANDO – PRUEBA DE COMPACTACIÓN DE LA SUB RASANTE NATURAL-DETERMINANDO EL PORCENTAJE DE HUMEDAD CON EL SPEEDY- JR. LA UNIÓN – CDRA. 05 - L/D.**



**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL. VELARDE PEZO LÓPEZ REALIZANDO – PRUEBA DE COMPACTACIÓN DE LA SUB RASANTE NATURAL-DETERMINANDO EL PORCENTAJE DE HUMEDAD CON EL SPEEDY- JR. LA UNIÓN – CDRA. 05 - L/D.**



**RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYOS  
REALIZADOS EN LABORATORIO DE MECANICA DE  
SUELO CORRESPONDIENTE A LAS  
COMBINACIONES DE SUELO + CAL HIDRATADA**

- DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D – 2216
- ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D – 422
- DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D – 4318
- DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D – 4318
- RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557
- VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.) ASTM - D 1883

## ENSAYOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016

Hecho Por: Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López

Tipo de Ensayos Realizados	Combinaciones de Suelo + Cal Hidratada (Montafos 21)(% de Cal)					UNIDADES
	1%	2%	3%	4%	5%	
<b>Granulometría ASTM D - 422</b>						
% pasa la malla N° 4	100.00%	0.00%	100.00%	100.00%	0.00%	%
% pasa la malla N° 10	99.91%	99.99%	99.84%	99.91%	99.99%	"
% pasa la malla N° 40	99.63%	99.82%	99.15%	98.71%	99.50%	"
% pasa la malla N° 200	97.70%	97.56%	95.21%	95.20%	96.28%	"
<b>Límites de Consistencias - ASTM D - 4318</b>						
Límite Líquido	39.54	38.10	38.07	31.65	33.37	%
Límite Plástico	28.271	27.45	28.24	23.50	25.69	"
Índice de Plasticidad	11.27	10.65	9.826	8.15	7.68	"
<b>Próctor Modificado - ASTM D-1557</b>						
Máxima Densidad Seca	1.93	1.90	1.90	1.90	1.89	grs/cm3
Humedad Óptima %	9.50	9.30	10.30	11.30	11.40	%
<b>Valor Soporte Relativo (C.B.R.) ASTM - D 1883</b>						
C.B.R. AL 100% de compactación	14.12%	22.37%	30.07%	38.13%	45.61%	%
C.B.R. AL 95% de compactación	10.69%	16.72%	22.73%	31.53%	38.10%	%
Peso Específico ASTM D - 854	2.61	2.64	2.65	2.67	2.68	grs/cm3
Sistema Clasificación AASHTO	<b>A-6(13)</b>	<b>A-6(12)</b>	<b>A-4(11)</b>	<b>A-4(8)</b>	<b>A-4(8)</b>	
Sistema de clasificación SUCCS	<b>ML</b>	<b>ML</b>	<b>ML</b>	<b>ML</b>	<b>ML</b>	
% suelo + cal utilizando pH (Potencio métrico)	12.3	12.8	13.0	13.10	13.20	%

<b>Proyecto</b>	: Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016		
<b>Localización</b>	: Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín		
<b>Muestra</b>	: <b>Suelo Natural (T.D.F.) + Combinación de 1% de cal Hidratada</b>		
<b>Material</b>	: Limo inorgánico, suelo denso, de color marrón		
<b>Para Uso</b>	: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido		
<b>Perforación</b>	: Cielo Abierto	<b>Kilometraje:</b>	-
<b>Hecho Por</b>	: Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López	<b>Prof. de Muestra:</b>	0.20 - 1.50 m
		<b>Fecha:</b>	Noviembre del 2016

**DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO grs			
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
PROMEDIO % DE HUMEDAD			

**PESO ESPECÍFICO ASTM D - 854**

TARRO	1	2	3	
PESO FRASCO+AGUA+SUELO	1820.00	1932.00	1780.00	grs.
PESO FRASCO+AGUA	1478.35	1564.97	1419.74	grs.
PESO SUELO SECO	555.00	595.00	582.65	grs.
PESO SUELO EN AGUA	341.65	367.03	360.26	grs.
VOLUMEN DEL SUELO	213.35	227.97	222.39	cm3
PESO ESPECIFICO	2.601	2.610	2.620	grs./cm3
PROMEDIO	2.61			grs./cm3

**DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO ASTM D - 2937**

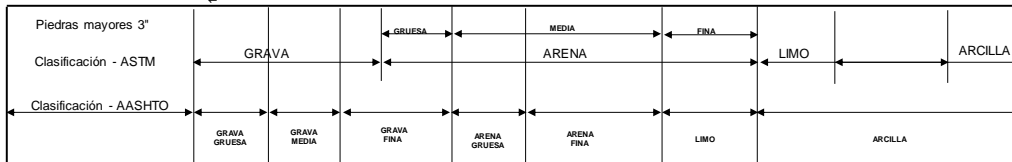
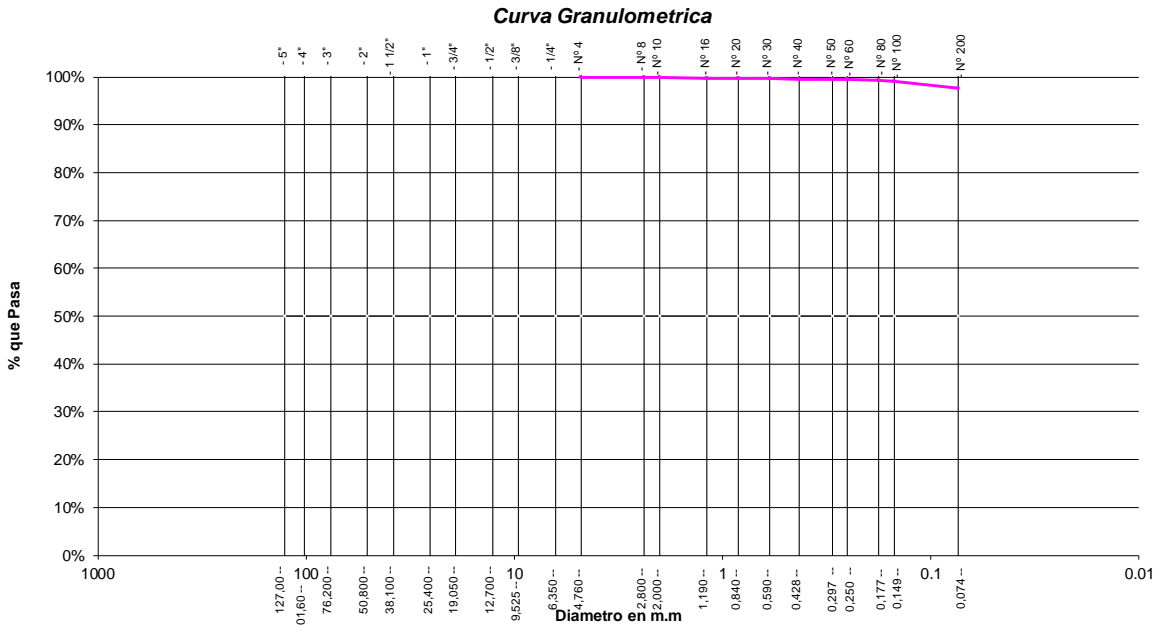
ENSAYO	1	2	3
PESO DE MOLDE Grs			
PESO DEL SUELO + MOLDE Grs			
PESO DEL SUELO SECO Grs			
VOLUMEN DEL MOLDE Grs./cm3			
PESO VOLUMETRICO Grs/cm3			
PROMEDIO Grs/cm3			

<b>Proyecto:</b>	Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016		
<b>Localización:</b>	Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín	<b>Perforación:</b>	Cielo Abierto
<b>Muestra:</b>	Suelo Natural (T.D.F.) + Combinación de 1% de cal Hidratada	<b>Kilometraje:</b>	-
<b>Material:</b>	Limo inorgánico, suelo denso, de color marrón	<b>Profundidad de Muestra:</b>	0.20 - 1.50 m
<b>Para Uso:</b>	Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido	<b>Hecho Por:</b>	Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde P
		<b>Fecha:</b>	Noviembre del 2016

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422**

Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones
Ø	(mm)					
5"	127.00					Tamaño Máximo: _____
4"	101.60					Modulo de Fineza AF: _____
3"	76.20					Modulo de Fineza AG: _____
2"	50.80					Equivalente de Arena: _____
1 1/2"	38.10					<b>Descripción Muestra:</b>
1"	25.40					Limo inorgánico
3/4"	19.050					<b>SUCS =</b> ML <b>AASHTO =</b> A-6(13)
1/2"	12.700					LL = 39.54 WT = _____
3/8"	9.525					LP = 28.27 WT+SAL = _____
1/4"	6.350					IP = 11.27 WSAL = _____
Nº 4	4.760	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	IG = _____ WT+SDL = _____
Nº 8	2.380	0.50	0.06%	0.06%	99.94%	_____ WSDL = _____
Nº 10	2.000	0.33	0.04%	0.09%	99.91%	D 90= _____ %ARC. = 97.70
Nº 16	1.190	0.71	0.08%	0.17%	99.83%	D 60= _____
Nº 20	0.840	0.65	0.07%	0.24%	99.76%	D 30= _____ Cc = _____
Nº 30	0.590	0.28	0.03%	0.27%	99.73%	D 10= _____ Cu = _____
Nº 40	0.426	0.87	0.10%	0.37%	99.63%	<b>Observaciones:</b>
Nº 50	0.297	0.66	0.07%	0.44%	99.56%	
Nº 60	0.250	0.22	0.02%	0.47%	99.53%	
Nº 80	0.177	2.25	0.25%	0.71%	99.29%	
Nº 100	0.149	1.65	0.18%	0.90%	99.10%	
Nº 200	0.074	12.74	1.41%	2.30%	97.70%	
Fondo	0.01	884.14	97.70%	100.00%	0.00%	
PESO INICIAL		905.00				

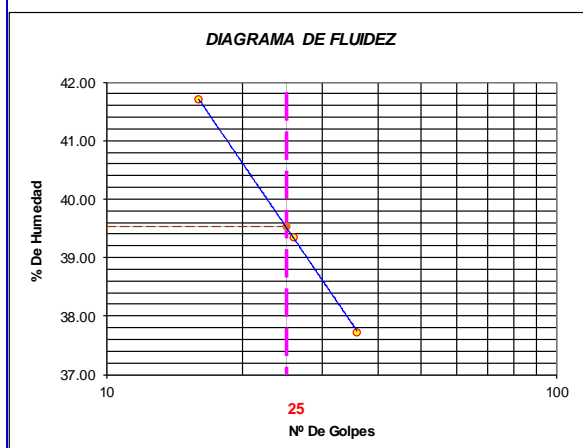
Limo inorgánico, suelo denso, de color marrón, de alta plasticidad con respecto L.L., de media plasticidad con respecto al I.P. con 97.70% de finos (Que pasa la malla Nº 200), L.L.= 39.54% e I.P.= 11.27%, de expansión media en condición normal con respecto al I.P.



<b>Proyecto:</b>	Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016		
<b>Localización:</b>	Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín		
<b>Muestra:</b>	<b>Suelo Natural (T.D.F.) + Combinación de 1% de cal Hidratada</b>		<b>Perforación:</b> Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde
<b>Material:</b>	Limo inorgánico, suelo denso, de color marrón		<b>Kilometraje:</b> -
<b>Para Uso:</b>	Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido		<b>Profundidad de la Muestra:</b> 0.20 - 1.50 m
			<b>Hecho Por:</b> Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde P
			<b>Fecha:</b> Noviembre del 2016

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D - 4318**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs	20.65	21.12	18.52
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO grs	65.78	66.87	64.74
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs	52.50	53.95	52.08
PESO DEL AGUA grs	13.28	12.92	12.66
PESO DEL SUELO SECO grs	31.85	32.83	33.56
% DE HUMEDAD	41.70	39.35	37.72
NUMERO DE GOLPES	16	26	36



Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	39.54
Límite Plástico (%)	28.27
Indice de Plasticidad Ip (%)	11.27
Clasificación SUCS	ML
Clasificación AASHTO	A-6(13)
Indice de consistencia Ic	

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D - 4318**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs	21.92	21.98	24.85
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO grs	66.65	66.86	69.36
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs	56.78	56.95	59.58
PESO DEL AGUA grs	9.87	9.91	9.78
PESO DEL SUELO SECO grs	34.86	34.97	34.73
% DE HUMEDAD	28.31	28.34	28.16
% PROMEDIO	28.27		

**Proyecto:** Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016

**Localización:** Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín

**Muestra:** Suelo Natural (T.D.F.) + Combinación de 1% de cal Hidratada

**Material:** Limo inorgánico, suelo denso, de color marrón

**Para Uso:** Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido

**Perforación:** Cielo Abierto

**Kilometraje:** -

**Profundidad de Muestra:** 0.20 - 1.50 m

**Hecho Por:** Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde F

**Fecha:** Noviembre del 2016

**Nº Golpes / capa:** 56

**Nº Capas:** 5

**Peso del Martillo:** 10 Lbs.

**Dimensiones del Molde:** **Diametro:** 15.21

**Altura:** 11.6

**Vol.:** 2104

**Sobrecarga:** 10 Lbs.

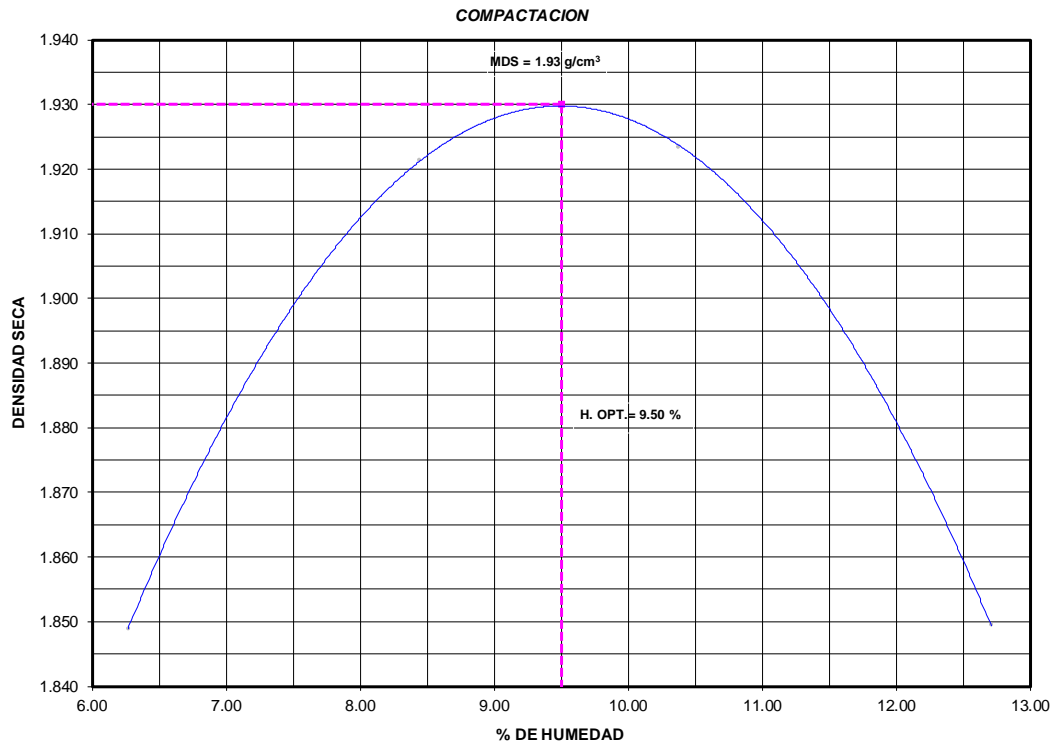
**RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557**

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

MUESTRA Nº	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)	20.15	30.26	22.68	21.98
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	125.25	120.58	163.39	148.35
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	119.05	113.55	150.16	134.10
PESO DEL AGUA (grs)	6.20	7.03	13.23	14.25
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	98.9	83.3	127.5	112.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	6.27	8.44	10.38	12.71
% PROMEDIO	6.27	8.44	10.38	12.71

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD**

CONTENIDO DE HUMEDAD %	6.27	8.44	10.38	12.71
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	6849	7099	7182	7101
PESO DEL MOLDE (grs)	2715	2715	2715	2715
PESO DEL SUELO (grs)	4134	4384	4467	4386
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	1.965	2.084	2.123	2.085
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.849	1.921	1.923	1.849
Densidad Máxima (grs/cm3)				1.930
Humedad Óptima%				9.50



## VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.) ASTM - D 1883

**PROYECTO** : Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016

**LOCALIZACION:** Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín

**MUESTRA** : Suelo Natural (T.D.F.) + Combinación de 1% de cal Hidratada

**HECHO POR** : Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pez

**MATERIAL** : Limo inorgánico, suelo denso, de color marrón

**FECHA** : Noviembre del 2016

### COMPACTACIÓN

Molde N°	01		02		03	
N° de golpes por capa	12		25		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	6000		6000		6000	
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	9045		9195		8910	
Peso del molde (gramos)	4990		4954		4459	
Peso del suelo húmedo (grs.)	4055		4241		4451	
Volumen del molde (cc)	2123		2116		2109	
Densidad húmeda (grs./cm3)	1.91		2.00		2.11	
Densidad seca (grs./cm3)	1.74		1.83		1.93	
<b>Tarro N°</b>	<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>	
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	136.63		165.71		139.82	
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	126.55		153.55		129.75	
Peso del agua (grs.)	10.08		12.16		10.07	
Peso del tarro (grs.)	20.15		24.12		22.45	
Peso del suelo seco (grs.)	106.40		129.43		107.30	
% de humedad	9.47		9.40		9.38	
PROMEDIO DE HUMEDAD						

### EXPANSIÓN

FECHA	TIEMPO	LECTURA		EXPANSIÓN		LECTURA		EXPANSIÓN		LECTURA		EXPANSIÓN	
		DIAL		Mm.	%	DIAL		mm	%	DIAL		mm	%
	0	160		0	0	42		0	0	162		0	0
	24	201		41	0.90	85		43	0.94	235		73	1.60
	48	225		65	1.42	105		63	1.38	235		73	1.60
	72	230		70	1.53	120		78	1.71	239		77	1.69
	96	230		70	1.53	120		78	1.71	239		77	1.69

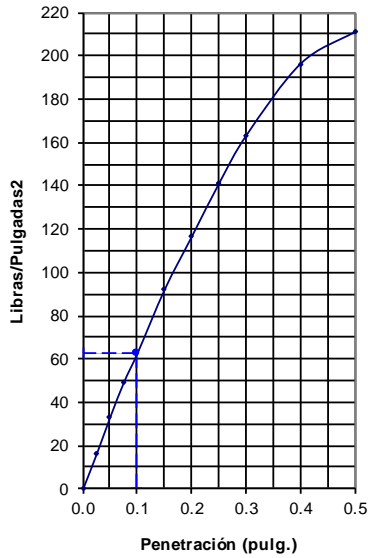
### PENETRACIÓN

PENETRACIÓN	MOLDE N°01-N° de Golpes			MOLDE N°02-N° de Golpes			MOLDE N°03- N° de Golpes				
	LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN			
		DIAL	Libras.		Libras./pulg <sup>2</sup>	DIAL		Libras.	Libras./pulg <sup>2</sup>	DIAL	Libras.
0.000			0.00			0.00					0.00
0.025	4	49	16	8	78	26	12	107			36
0.050	11	100	33	20	163	54	27	218			73
0.075	18	148	49	30	240	80	41	321			107
0.100	23	188	63	41	321	107	55	424			141
0.150	35	276	92	63	482	161	85	644			215
0.200	45	350	117	83	629	210	115	865			288
0.250	55	424	141	99	747	249	140	1049			350
0.300	64	490	163	112	843	281	158	1181			394
0.400	78	589	196	132	990	330	181	1350			450
0.50	84	633	211	143	1071	357	193	1438			479

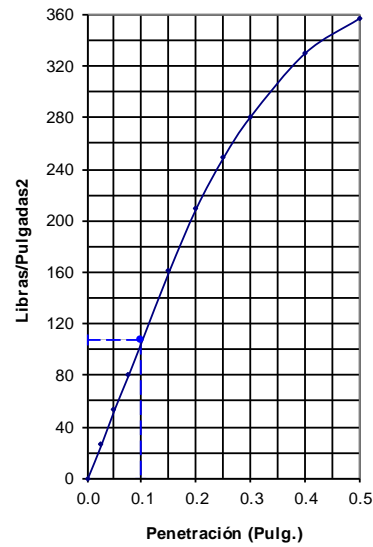


<b>PROYECTO</b>	Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016	<b>ENSAYO:</b>	<b>C.B.R</b>
<b>LOCALIZACION</b>	Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín	<b>Humedad Óptima Porct. Mod.:</b>	<b>9.50 %</b>
<b>MUESTRA</b>	<b>Suelo Natural (T.D.F.) + Combinación de 1% de cal Hidratada</b>	<b>Max. Des. Porct. Mod.:</b>	<b>1.930</b> gr/cm <sup>3</sup>
<b>MATERIAL</b>	Limo inorgánico, suelo denso, de color marrón		
<b>HECHO POR</b>	Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López		

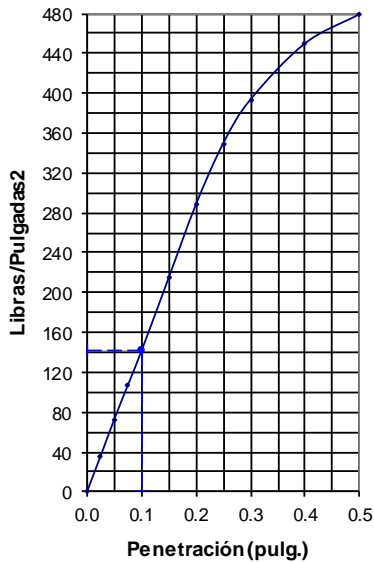
12 Golpes-C.B.R. 1":6.27%=&=1.74 gr/cm3



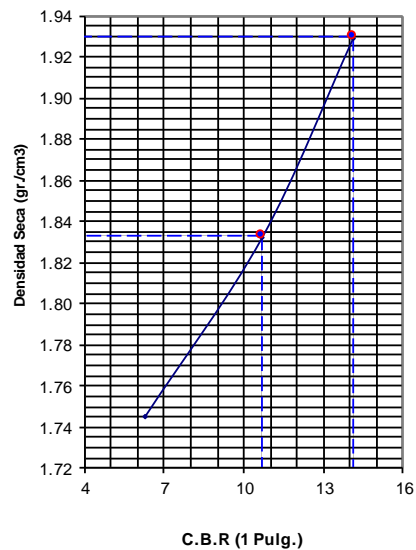
25 Golpes-C.B.R. 1":10.69%=&=1.83 gr/cm3



56 Golpes-C.B.R. 1":14.12%=&=1.93 gr/cm3



Golpes-C.B.R. 1":



GOLPES	W. %	&.gr/cm3	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	9.47	1.74	1.53	90	6.27		95%	100%
25	9.40	1.83	1.71	95	10.69		10.69%	14.12
56	9.40	1.93	1.69	100	14.12			

<b>Proyecto</b>	: Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016		
<b>Localización</b>	: Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín		
<b>Muestra</b>	: <b>Suelo Natural (T.D.F.) + Combinación de 2% de cal Hidratada</b>		
<b>Material</b>	: Limo inorgánico, suelo denso, de color marrón		
<b>Para Uso</b>	: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido		
<b>Perforación</b>	: Cielo Abierto	<b>Kilometraje:</b>	: -
<b>Hecho Por</b>	: Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López	<b>Prof. de Muestra:</b>	: 0.20 - 1.50 m
		<b>Fecha:</b>	: Noviembre del 2016

#### **DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO grs			
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
PROMEDIO % DE HUMEDAD			

#### **PESO ESPECÍFICO ASTM D - 854**

TARRO	1	2	3	
PESO FRASCO+AGUA+SUELO	1650.00	1740.00	1620.00	grs.
PESO FRASCO+AGUA	1368.00	1460.00	1321.00	grs.
PESO SUELO SECO	454.95	450.00	482.00	grs.
PESO SUELO EN AGUA	282.00	280.00	299.00	grs.
VOLUMEN DEL SUELO	172.95	170.00	183.00	cm3
PESO ESPECIFICO	2.63	2.65	2.63	grs./cm3
PROMEDIO		2.64		grs./cm3

#### **DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO ASTM D - 2937**

ENSAYO	1	2	3
PESO DE MOLDE Grs			
PESO DEL SUELO + MOLDE Grs			
PESO DEL SUELO SECO Grs			
VOLUMEN DEL MOLDE Grs./cm3			
PESO VOLUMETRICO Grs/cm3			
PROMEDIO Grs/cm3			

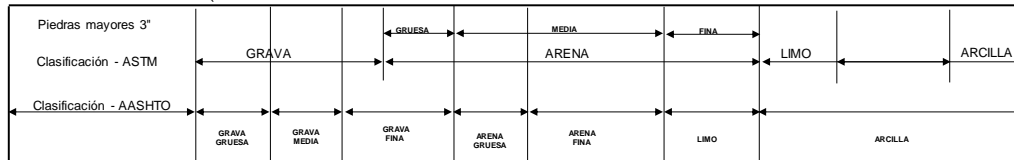
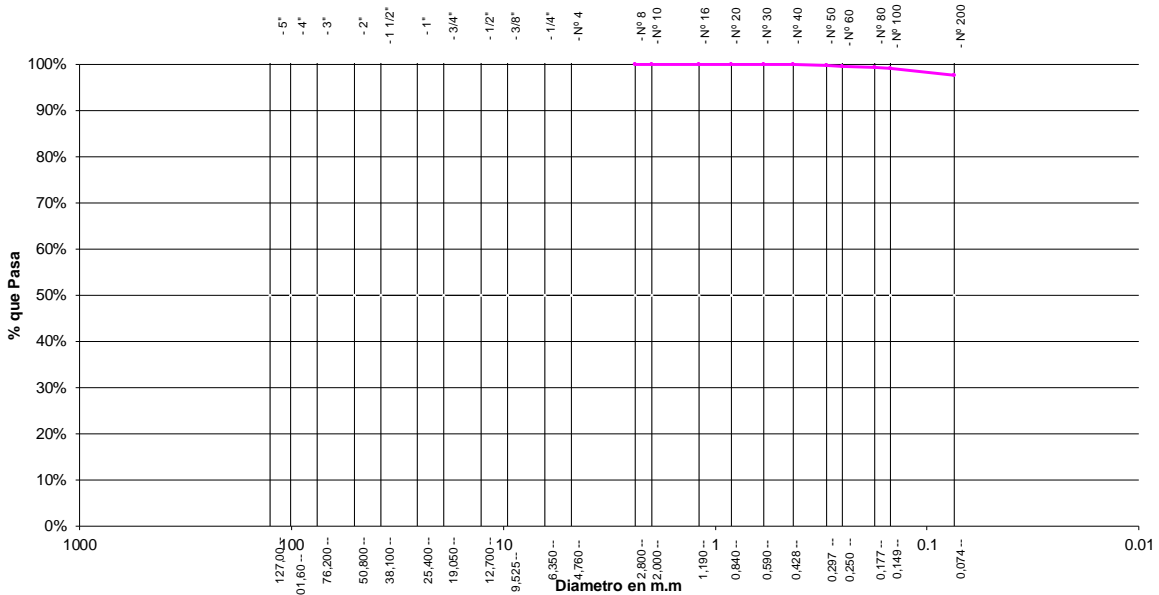
<b>Proyecto:</b>	Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016		
<b>Localización:</b>	Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín	<b>Perforación:</b>	Cielo Abierto
<b>Muestra:</b>	Suelo Natural (T.D.F.) + Combinación de 2% de cal Hidratada	<b>Kilometraje:</b>	-
<b>Material:</b>	Limo inorgánico, suelo denso, de color marrón	<b>Profundidad de Muestra:</b>	0.20 - 1.50 m
<b>Para Uso:</b>	Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido	<b>Hecho Por:</b>	Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde R
		<b>Fecha:</b>	Noviembre del 2016

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422**

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø	(mm)					Modulo de Fineza AF:
5"	127.00					Modulo de Fineza AG:
4"	101.60					Equivalente de Arena:
3"	76.20					<b>Descripción Muestra:</b>
2"	50.80					Limo inorgánico
1 1/2"	38.10					
1"	25.40					
3/4"	19.050					SUCS = ML AASHTO = A-6(12)
1/2"	12.700					LL = 38.10 WT =
3/8"	9.525					LP = 27.45 WT+SAL =
1/4"	6.350					IP = 10.65 WSAL =
Nº 4	4.760					IG = WT+SDL =
Nº 8	2.380	0.00	0.00%	100.00%		WSDL =
Nº 10	2.000	0.08	0.01%	99.99%		%ARC = 97.56
Nº 16	1.190	0.15	0.02%	99.97%		
Nº 20	0.840	0.36	0.04%	99.93%		
Nº 30	0.590	0.80	0.09%	99.84%		
Nº 40	0.426	1.14	0.02%	99.82%		
Nº 50	0.297	1.25	0.15%	99.67%		
Nº 60	0.250	1.65	0.19%	99.48%		
Nº 80	0.177	2.05	0.24%	99.24%		
Nº 100	0.149	1.89	0.22%	99.02%		
Nº 200	0.074	12.36	1.45%	97.56%		
Fondo	0.01	829.27	97.56%	100.00%		
PESO INICIAL	850.00					

<b>Observaciones :</b>			
Limo inorgánico, suelo denso, de color marrón, de alta plasticidad con respecto L.L., de media plasticidad con respecto al I.P. con 97.56% de finos (Que pasa la malla Nº 200), L.L.= 38.10% e I.P.= 10.65%, de expansión media en condición normal con respecto al I.P.			

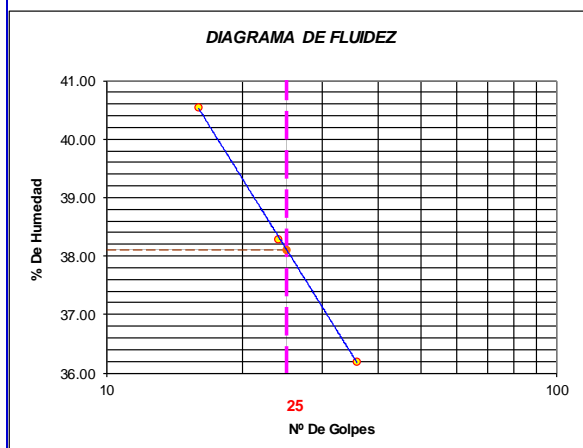
**Curva Granulometrica**



<b>Proyecto:</b>	Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jirón la Unión - Juan Guerra 2016		
<b>Localización:</b>	Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín		
<b>Muestra:</b>	<b>Suelo Natural (T.D.F.) + Combinación de 2% de cal Hidratada</b>		
<b>Material:</b>	Limo inorgánico, suelo denso, de color marrón		
<b>Para Uso:</b>	Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido		
	<b>Perforación:</b>	Cielo Abierto	
	<b>Kilometraje:</b>	-	
	<b>Profundidad de la Muestra:</b>	0.20 - 1.50 m	
	<b>Hecho Por:</b>	Tesisista Bach. Ing. Civil. Velarde P	
	<b>Fecha:</b>	Noviembre del 2016	

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D - 4318**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs	17.59	17.71	18.17
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO grs	62.55	62.75	63.25
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs	49.58	50.28	51.27
PESO DEL AGUA grs	12.97	12.47	11.98
PESO DEL SUELO SECO grs	31.99	32.57	33.10
% DE HUMEDAD	40.54	38.29	36.19
NUMERO DE GOLPES	16	24	36



Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	38.10
Límite Plástico (%)	27.45
Indice de Plasticidad Ip (%)	10.65
Clasificación SUCS	ML
Clasificación AASHTO	A-6(12)
Indice de consistencia Ic	

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D - 4318**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs	13.56	13.60	14.80
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO grs	58.80	58.78	59.95
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs	48.96	49.08	50.29
PESO DEL AGUA grs	9.84	9.70	9.66
PESO DEL SUELO SECO grs	35.40	35.48	35.49
% DE HUMEDAD	27.80	27.34	27.22
% PROMEDIO	27.45		

**Proyecto** : Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016

**Localización** : Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín

**Muestra** : Suelo Natural (T.D.F.) + Combinación de 2% de cal Hidratada

**Material** : Limo inorgánico, suelo denso, de color marrón

**Para Uso** : Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido

**Perforación:** Cielo Abierto

**Kilometraje:** -

**Profundidad de Muestra:** 0.20 - 1.50 m

**Hecho Por:** Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde F

**Fecha:** Noviembre del 2016

**Nº Golpes / capa:** 56      **Nº Capas:** 5

**Dimensiones del Molde**      **Diametro:** 15.21      **Altura:** 11.6      **Peso del Martillo:** 10 Lbs.      **Vol.** 2104

**Sobrecarga:** 10 Lbs.

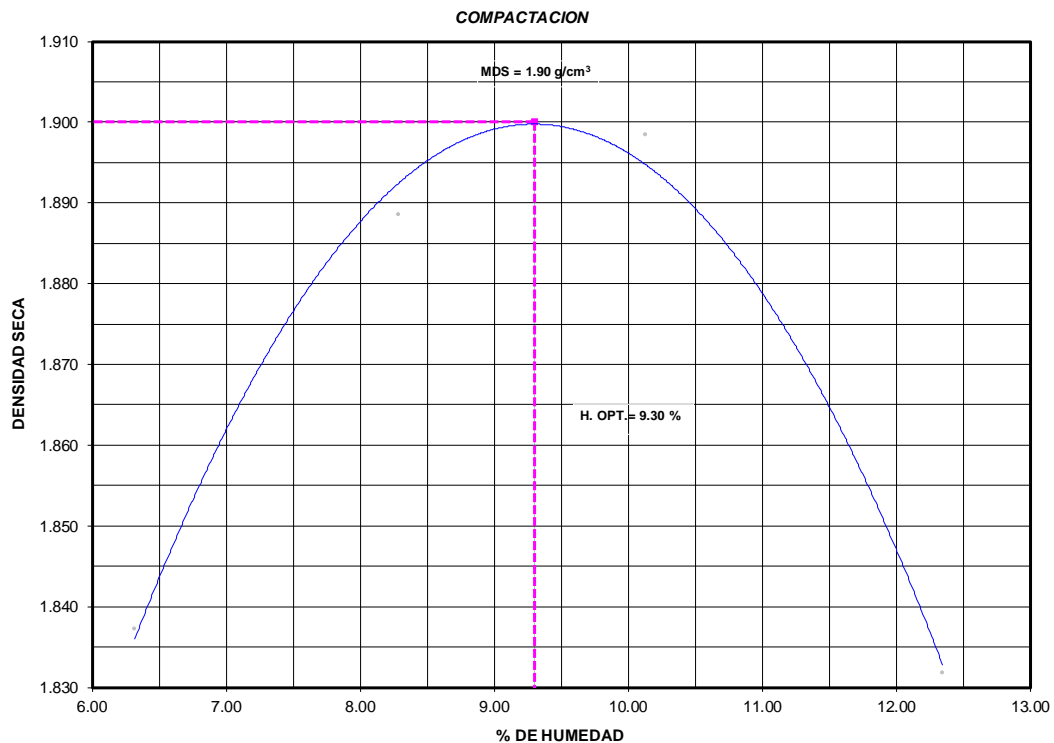
**RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557**

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

MUESTRA Nº	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)	22.78	25.35	23.29	23.21
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	172.87	163.85	145.60	149.05
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	163.95	153.25	134.35	135.22
PESO DEL AGUA (grs)	8.92	10.60	11.25	13.83
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	141.2	127.9	111.1	112.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	6.32	8.29	10.13	12.35
% PROMEDIO	6.32	8.29	10.13	12.35

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD**

CONTENIDO DE HUMEDAD %	6.32	8.29	10.13	12.35
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	6825	7018	7114	7045
PESO DEL MOLDE (grs)	2715	2715	2715	2715
PESO DEL SUELO (grs)	4110	4303	4399	4330
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	1.953	2.045	2.091	2.058
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.837	1.889	1.898	1.832
			Densidad Máxima (grs/cm3)	1.900
			Humedad Óptima%	9.30



## VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.) ASTM - D 1883

**PROYECTO :** Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jirón la Unión - Juan Guerra 2016

**LOCALIZACIÓN:** Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín

**MUESTRA :** Suelo Natural (T.D.F.) + Combinación de 2% de cal Hidratada

**KILOMETRAJE:** -

**HECHO POR :** Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pez

**MATERIAL :** Limo inorgánico, suelo denso, de color marrón

**FECHA :** Noviembre del 2016

### COMPACTACIÓN

Molde Nº	04	05	06
<b>Nº de golpes por capa</b>	<b>12</b>	<b>25</b>	<b>56</b>
CONDICIONES DE LA MUESTRA	6000	6000	6000
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8460	8970	9170
Peso del molde (gramos)	4520	4825	4769
Peso del suelo húmedo (grs.)	3940	4145	4401
Volumen del molde (cc)	2101	2104	2121
Densidad húmeda (grs./cm3)	1.88	1.97	2.07
Densidad seca (grs./cm3)	<b>1.72</b>	<b>1.80</b>	<b>1.90</b>
<b>Tarro Nº</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>16</b>
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	135.12	102.30	103.60
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	126.85	95.51	96.70
Peso del agua (grs.)	8.27	6.79	6.90
Peso del tarro (grs.)	36.95	21.44	21.85
Peso del suelo seco (grs.)	89.90	74.07	74.85
% de humedad	<b>9.20</b>	<b>9.17</b>	<b>9.22</b>
PROMEDIO DE HUMEDAD			

### EXPANSIÓN

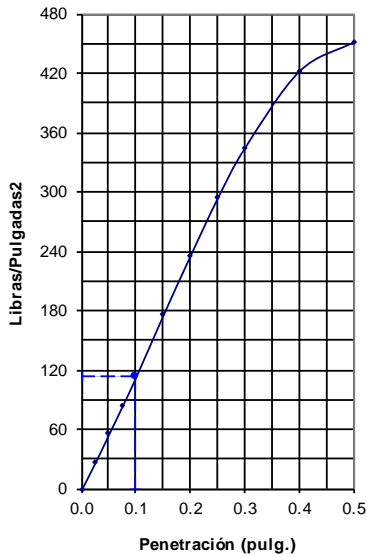
FECHA	TIEMPO	LECTURA		EXPANSIÓN		LECTURA		EXPANSIÓN		
		DIAL	Mm.	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%
	0	150	0	0	78	0	0	60	0	0
	24	160	10	0.22	105	27	0.59	91	31	0.68
	48	165	15	0.33	118	40	0.88	105	45	0.99
	72	180	30	0.66	125	47	1.03	110	50	1.09
	96	200	50	<b>1.09</b>	130	52	<b>1.14</b>	111	51	<b>1.12</b>

### PENETRACIÓN

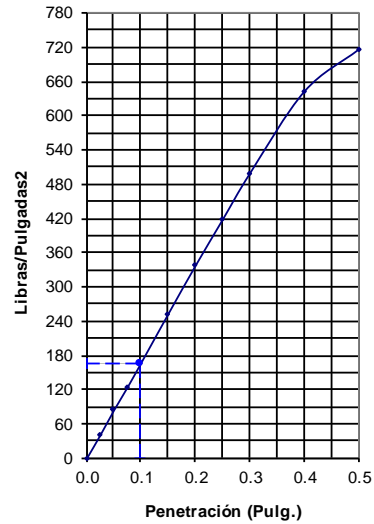
PENETRACIÓN	MOLDE N°01-N° de Golpes			MOLDE N°02-N° de Golpes			MOLDE N°03- N° de Golpes			
	LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN		
		DIAL	Libras.		Libras./pulg	DIAL		Libras.	Libras./pulg <sup>2</sup>	DIAL
0.000			0.00			0.00				0.00
0.025	37	81	27	56	123	41	75	165	55	
0.050	76	167	56	115	253	84	155	341	114	
0.075	115	253	84	170	374	125	235	517	172	
0.100	155	341	<b>114</b>	228	502	<b>167</b>	305	671	<b>224</b>	
0.150	240	528	176	345	759	253	472	1038	346	
0.200	322	708	236	460	1012	337	625	1375	458	
0.250	401	882	294	570	1254	418	790	1738	579	
0.300	470	1034	345	680	1496	499	935	2057	686	
0.400	575	1265	422	875	1925	642	1173	2581	860	
0.50	615	1353	451	975	2145	715	1280	2816	939	

<b>PROYECTO</b>	Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016	<b>ENSAYO:</b>	<b>C.B.R</b>
<b>LOCALIZACION</b>	Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región Sa	<b>Humedad Óptima Porct. Mod.:</b>	<b>9.30 %</b>
<b>MUESTRA</b>	<b>Suelo Natural (T.D.F.) + Combinación de 2% de cal Hidratada</b>	<b>Max. Des. Porct. Mod.:</b>	<b>1.900</b> gr/cm <sup>3</sup>
<b>MATERIAL</b>	Limo inorgánico, suelo denso, de color marrón		
<b>HECHO POR</b>	Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López		

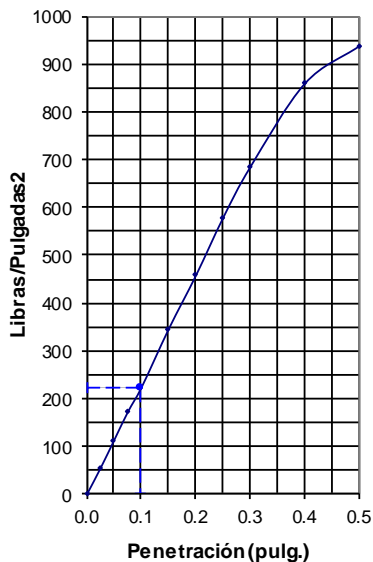
12 Golpes-C.B.R. 1":11.37% &=1.72 gr/cm3



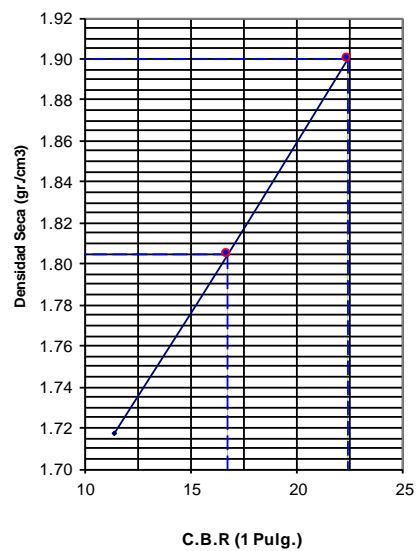
25 Golpes-C.B.R. 1":16.72% &=1.8 gr/cm3



56 Golpes-C.B.R. 1":22.37% &=1.9 gr/cm3



Golpes-C.B.R. 1":



GOLPES	W. %	&.gr./cm3	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	9.20	1.72	1.09	90	11.37		95%	100%
25	9.17	1.80	1.14	95	16.72		16.72%	22.37
56	9.17	1.90	1.12	100	22.37			

<b>Proyecto</b>	: Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016		
<b>Localización</b>	: Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín		
<b>Muestra</b>	: <b>Suelo Natural (T.D.F.) + Combinación de 3% de cal Hidratada</b>		
<b>Material</b>	: Limo inorgánico, suelo denso, de color marrón		
<b>Para Uso</b>	: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido		
<b>Perforación</b>	: Cielo Abierto	<b>Kilometraje:</b>	-
<b>Hecho Por</b>	: Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López	<b>Prof. de Muestra:</b>	0.20 - 1.50 m
		<b>Fecha:</b>	Noviembre del 2016

**DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO grs			
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
PROMEDIO % DE HUMEDAD			

**PESO ESPECÍFICO ASTM D - 854**

TARRO	1	2	3	
PESO FRASCO+AGUA+SUELO	1325.00	1450.00	1620.00	grs.
PESO FRASCO+AGUA	1057.00	1153.00	1371.00	grs.
PESO SUELO SECO	429.55	477.00	399.85	grs.
PESO SUELO EN AGUA	268.00	297.00	249.00	grs.
VOLUMEN DEL SUELO	161.55	180.00	150.85	cm3
PESO ESPECIFICO	2.66	2.65	2.65	grs./cm3
PROMEDIO		2.65		grs./cm3

**DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO ASTM D - 2937**

ENSAYO	1	2	3
PESO DE MOLDE Grs			
PESO DEL SUELO + MOLDE Grs			
PESO DEL SUELO SECO Grs			
VOLUMEN DEL MOLDE Grs./cm3			
PESO VOLUMETRICO Grs/cm3			
PROMEDIO Grs/cm3			

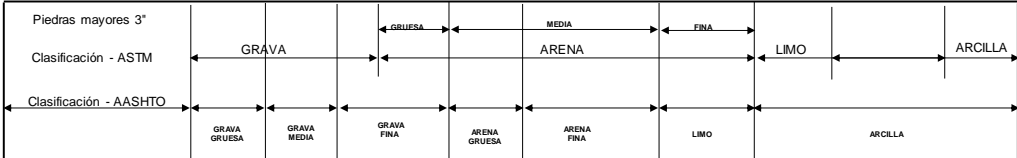
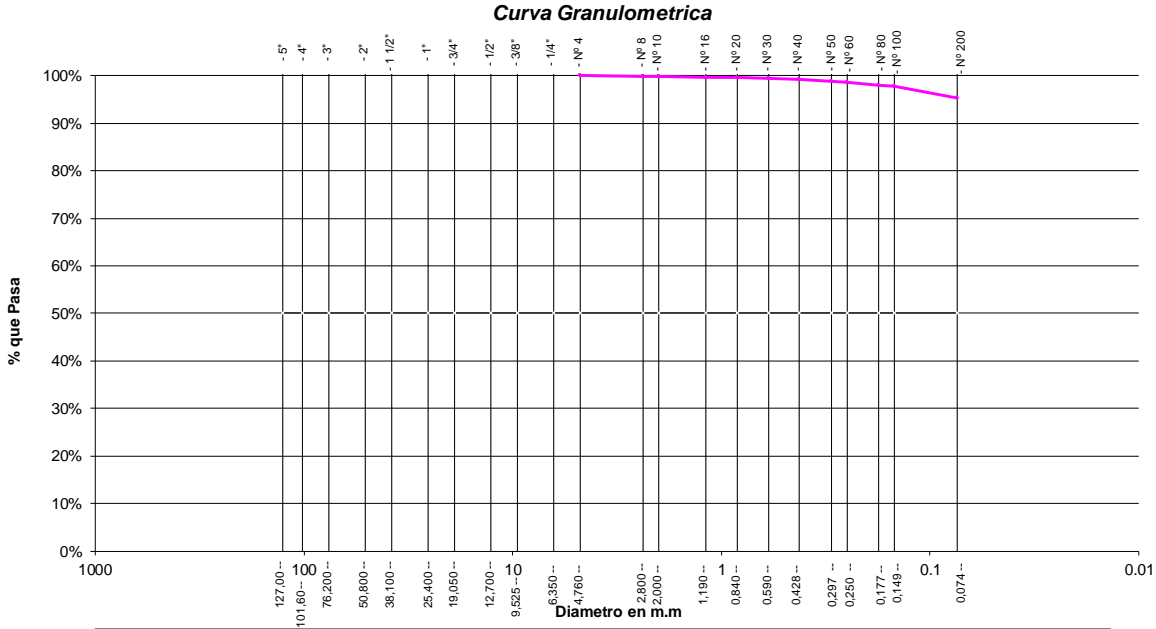


<b>Proyecto:</b>	Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016		
<b>Localización:</b>	Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín	<b>Perforación:</b>	Cielo Abierto
<b>Muestra:</b>	<b>Suelo Natural (T.D.F.) + Combinación de 3% de cal Hidratada</b>	<b>Kilometraje:</b>	-
<b>Material:</b>	Limo inorgánico, suelo denso, de color marrón	<b>Profundidad de Muestra:</b>	0.20 - 1.50 m
<b>Para Uso:</b>	Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido	<b>Hecho Por:</b>	Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde F
		<b>Fecha:</b>	Noviembre del 2016

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422**

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø	(mm)					
5"	127.00					Modulo de Fineza AF:
4"	101.60					Modulo de Fineza AG:
3"	76.20					Equivalente de Arena:
2"	50.80					<b>Descripción Muestra:</b>
1 1/2"	38.10					Limo inorgánico
1"	25.40					
3/4"	19.050					<b>SUCS =</b> ML <b>AASHTO =</b> A-4(11)
1/2"	12.700					LL = 38.07 WT =
3/8"	9.525					LP = 28.24 WT+SAL =
1/4"	6.350					IP = 9.83 WSAL =
Nº 4	4.760	0.00	0.00%	100.00%		IG = WT+SDL =
Nº 8	2.380	0.95	0.11%	99.89%		WSDL =
Nº 10	2.000	0.45	0.05%	99.84%		%ARC. = 95.21
Nº 16	1.190	0.78	0.09%	99.75%		
Nº 20	0.840	0.33	0.04%	99.71%		
Nº 30	0.590	2.05	0.24%	99.48%		
Nº 40	0.426	2.85	0.33%	99.15%		
Nº 50	0.297	3.65	0.42%	98.73%		
Nº 60	0.250	1.45	0.17%	98.56%		
Nº 80	0.177	4.82	0.55%	98.01%		
Nº 100	0.149	2.05	0.24%	97.77%		
Nº 200	0.074	22.25	2.56%	95.21%		
Fondo	0.01	828.37	95.21%	100.00%		
<b>PESO INICIAL</b>		870.00				

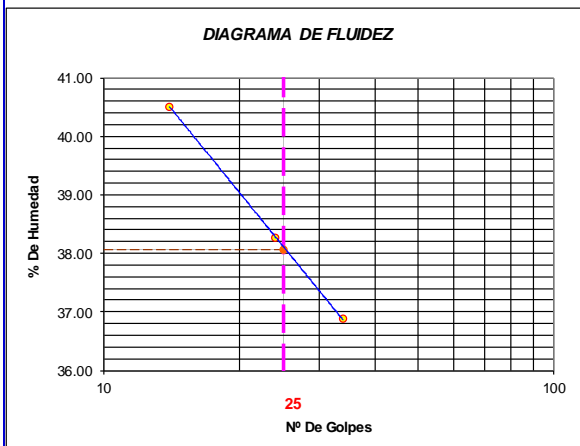
*Limo inorgánico, suelo denso, de color marrón, de alta plasticidad con respecto L.L., de baja plasticidad con respecto al I.P. con 95.21% de finos (Que pasa la malla Nº 200), L.L.= 38.07% e I.P.= 9.83%, de expansión baja en condición normal con respecto al I.P.*



<b>Proyecto:</b>	Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016		
<b>Localización:</b>	Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín		
<b>Muestra:</b>	<b>Suelo Natural (T.D.F.) + Combinación de 3% de cal Hidratada</b>		
<b>Material:</b>	Limo inorgánico, suelo denso, de color marrón		
<b>Para Uso:</b>	Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido		
	<b>Perforación:</b>	Cielo Abierto	
	<b>Kilometraje:</b>	-	
	<b>Profundidad de la Muestra:</b>	0.20 - 1.50 m	
	<b>Hecho Por:</b>	Tesisista Bach. Ing. Civil. Velarde P	
	<b>Fecha:</b>	Noviembre del 2016	

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D - 4318**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs	18.86	19.18	20.60
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO grs	63.95	64.93	65.66
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs	50.95	52.27	53.52
PESO DEL AGUA grs	13.00	12.66	12.14
PESO DEL SUELO SECO grs	32.09	33.09	32.92
% DE HUMEDAD	40.51	38.26	36.88
NUMERO DE GOLPES	14	24	34



Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	38.07
Límite Plástico (%)	28.24
Indice de Plasticidad Ip (%)	9.83
Clasificación SUCS	ML
Clasificación AASHTO	A-4(11)
Indice de consistencia Ic	

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D - 4318**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs	14.34	14.59	15.08
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO grs	59.97	59.88	60.65
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs	49.92	49.95	50.57
PESO DEL AGUA grs	10.05	9.93	10.08
PESO DEL SUELO SECO grs	35.58	35.36	35.49
% DE HUMEDAD	28.25	28.08	28.40
% PROMEDIO	28.24		

**Proyecto:** Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016

**Localización:** Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín

**Muestra:** Suelo Natural (T.D.F.) + Combinación de 3% de cal Hidratada **Perforación:** Cielo Abierto

**Material:** Limo inorgánico, suelo denso, de color marrón **Kilometraje:** -

**Para Uso:** Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido **Profundidad de Muestra:** 0.20 - 1.50 m

**Hecho Por:** Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde F

**Fecha:** Noviembre del 2016

**Nº Golpes / capa:** 56 **Nº Capas:** 5 **Peso del Martillo:** 10 Lbs.

**Dimensiones del Molde:** **Diametro:** 15.21 **Altura:** 11.6 **Vol.:** 2104

**Sobrecarga:** 10 Lbs.

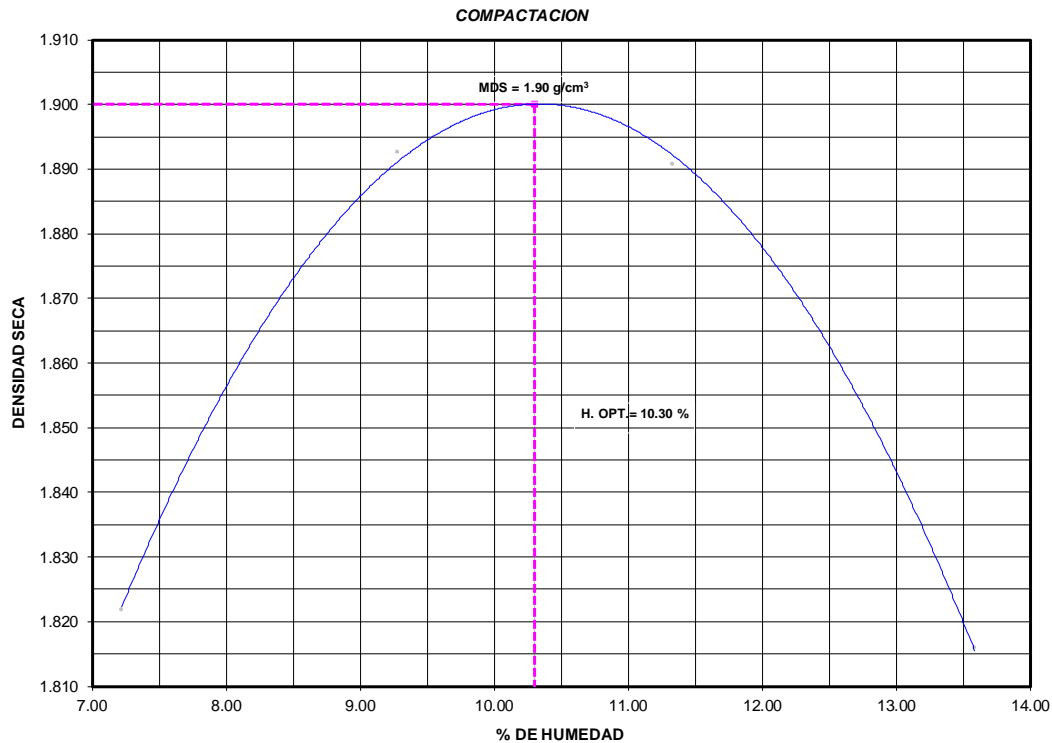
**RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557**

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

MUESTRA Nº	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)	29.66	30.21	28.59	30.99
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	186.45	169.48	176.95	178.95
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	175.89	157.65	161.85	161.25
PESO DEL AGUA (grs)	10.56	11.83	15.10	17.70
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	146.2	127.4	133.3	130.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	7.22	9.28	11.33	13.59
% PROMEDIO	7.22	9.28	11.33	13.59

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD**

CONTENIDO DE HUMEDAD %	7.22	9.28	11.33	13.59
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	6825	7067	7144	7055
PESO DEL MOLDE (grs)	2715	2715	2715	2715
PESO DEL SUELO (grs)	4110	4352	4429	4340
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	1.953	2.068	2.105	2.063
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.822	1.893	1.891	1.816
			Densidad Máxima (grs/cm3)	1.900
			Humedad Optima%	10.30



## VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.) ASTM - D 1883

**PROYECTO :** Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016

**LOCALIZACIÓN:** Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín

**MUESTRA :** Suelo Natural (T.D.F.) + Combinación de 3% de cal Hidratada

**KILOMETRAJE:** -

**HECHO POR :** Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pez

**MATERIAL :** Limo inorgánico, suelo denso, de color marrón

**FECHA :** Noviembre del 2016

### COMPACTACIÓN

Molde N°	07	08	09
<b>N° de golpes por capa</b>	<b>12</b>	<b>25</b>	<b>56</b>
CONDICIONES DE LA MUESTRA	6000	6000	6000
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8745	8515	8465
Peso del molde (gramos)	4750	4319	4117
Peso del suelo húmedo (grs.)	3995	4196	4348
Volumen del molde (cc)	2120	2112	2076
Densidad húmeda (grs./cm3)	1.88	1.99	2.09
Densidad seca (grs./cm3)	1.71	1.80	1.90
<b>Tarro N°</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	128.85	144.64	133.69
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	118.95	133.60	123.47
Peso del agua (grs.)	9.90	11.04	10.22
Peso del tarro (grs.)	21.14	24.83	23.19
Peso del suelo seco (grs.)	97.81	108.77	100.28
% de humedad	10.12	10.15	10.19
PROMEDIO DE HUMEDAD			

### EXPANSIÓN

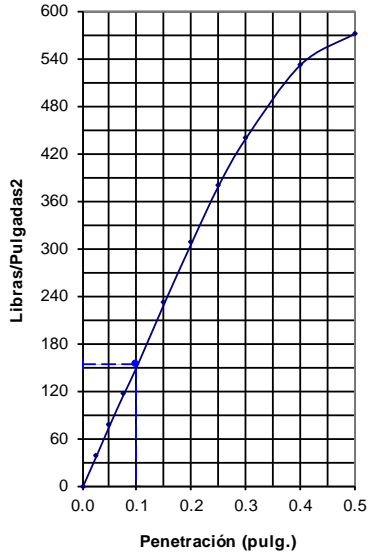
FECHA	TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
			Mm.	%		mm	%		mm	%
	0	90	0	0	104	0	0	65	0	0
	24	125	35	0.77	134	30	0.66	75	10	0.22
	48	127	37	0.81	148	44	0.96	80	15	0.33
	72	130	40	0.88	152	48	1.05	85	20	0.44
	96	140	50	1.09	152	48	1.05	85	20	0.44

### PENETRACIÓN

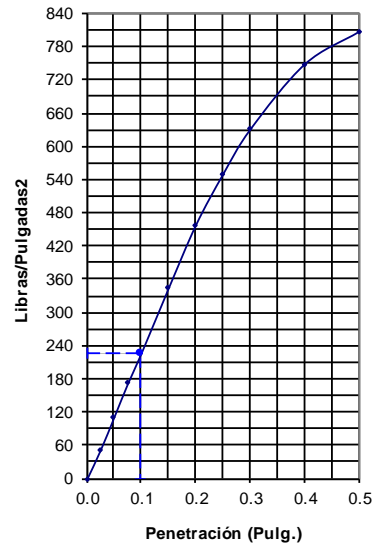
PENETRACIÓN	MOLDE N°01-N° de Golpes			MOLDE N°02-N° de Golpes			MOLDE N°03- N° de Golpes		
	LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN		LECTURA DIAL	CORRECCIÓN	
		Libras.	Libras./pulg		Libras.	Libras./pulg <sup>2</sup>		Libras.	Libras./pulg <sup>2</sup>
0.000			0.00			0.00			0.00
0.025	9	116	39	72	158	53	105	231	77
0.050	21	235	78	153	337	112	210	462	154
0.075	32	348	116	235	517	172	310	683	228
0.100	43	457	152	310	682	227	410	902	301
0.150	67	694	231	470	1034	345	610	1342	447
0.200	90	922	307	625	1375	458	775	1705	568
0.250	112	1139	380	750	1650	550	925	2035	678
0.300	130	1317	439	860	1892	631	1050	2310	770
0.400	158	1594	531	1020	2244	748	1220	2684	895
0.50	170	1712	571	1100	2420	807	1304	2869	956

<b>PROYECTO</b>	Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016	<b>ENSAYO:</b>	<b>C.B.R</b>
<b>LOCALIZACION</b>	Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región Sa	Humedad Óptima Porct. Mod.:	
<b>MUESTRA</b>	Suelo Natural (T.D.F.) + Combinacion de 3% de cal Hidratada	<b>10.30 %</b>	
<b>MATERIAL</b>	Limo inorgánico, suelo denso, de color marrón	Max. Des. Porct. Mod.:	
<b>HECHO POR</b>	Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López	<b>1.900</b> gr/cm <sup>3</sup>	

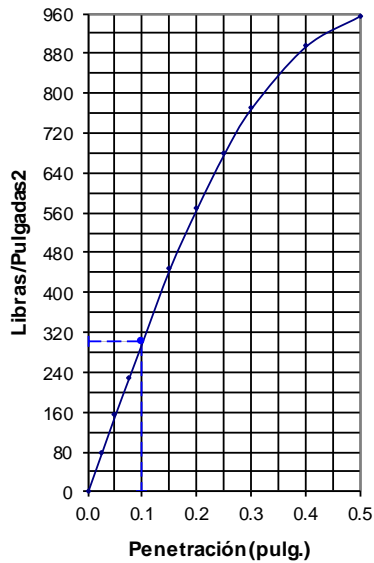
12 Golpes-C.B.R. 1":15.24% &=1.71gr/cm3



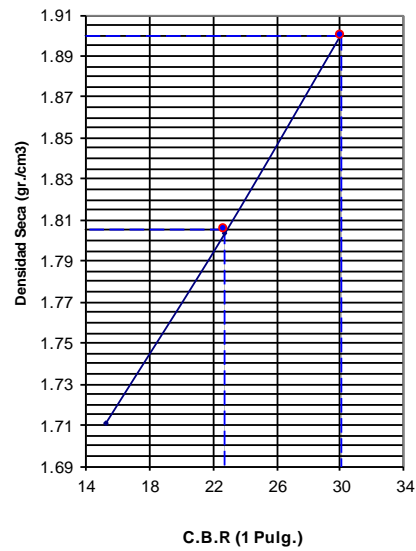
25 Golpes-C.B.R. 1":22.73% &=1.8gr/cm3



56 Golpes-C.B.R. 1":30.07% &=1.9 gr/cm3



Golpes-C.B.R. 1":



GOLPES	W. %	&.gr./cm3	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	10.12	1.71	1.09	90	15.24		95%	100%
25	10.15	1.80	1.05	95	22.73		22.73%	30.07
56	10.15	1.90	0.44	100	30.07			

<b>Proyecto</b>	: Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016		
<b>Localización</b>	: Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín		
<b>Muestra</b>	: <b>Suelo Natural (T.D.F.) + Combinación de 4% de cal Hidratada</b>		
<b>Material</b>	: Limo inorgánico, suelo denso, de color marrón		
<b>Para Uso</b>	: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido		
<b>Perforación</b>	: Cielo Abierto	<b>Kilometraje:</b>	: -
<b>Hecho Por</b>	: Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López	<b>Prof. de Muestra:</b>	: 0.20 - 1.50 m
		<b>Fecha:</b>	: Noviembre del 2016

### **DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO grs			
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
PROMEDIO % DE HUMEDAD			

### **PESO ESPECÍFICO ASTM D - 854**

TARRO	1	2	3	
PESO FRASCO+AGUA+SUELO	1705.85	1695.52	1701.44	grs.
PESO FRASCO+AGUA	1301.55	1305.71	1326.96	grs.
PESO SUELO SECO	645.85	623.44	600.74	grs.
PESO SUELO EN AGUA	404.30	389.81	374.48	grs.
VOLUMEN DEL SUELO	241.55	233.63	226.26	cm3
PESO ESPECIFICO	2.67	2.67	2.66	grs./cm3
PROMEDIO	2.67			grs./cm3

### **DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO ASTM D - 2937**

ENSAYO	1	2	3
PESO DE MOLDE Grs			
PESO DEL SUELO + MOLDE Grs			
PESO DEL SUELO SECO Grs			
VOLUMEN DEL MOLDE Grs./cm3			
PESO VOLUMETRICO Grs/cm3			
PROMEDIO Grs/cm3			

<b>Proyecto:</b>	Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016		
<b>Localización:</b>	Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín	<b>Perforación:</b>	Cielo Abierto
<b>Muestra:</b>	Suelo Natural (T.D.F.) + Combinación de 4% de cal Hidratada	<b>Kilometraje:</b>	-
<b>Material:</b>	Limo inorgánico, suelo denso, de color marrón	<b>Profundidad de Muestra:</b>	0.20 - 1.50 m
<b>Para Uso:</b>	Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido	<b>Hecho Por:</b>	Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde F
		<b>Fecha:</b>	Noviembre del 2016

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422**

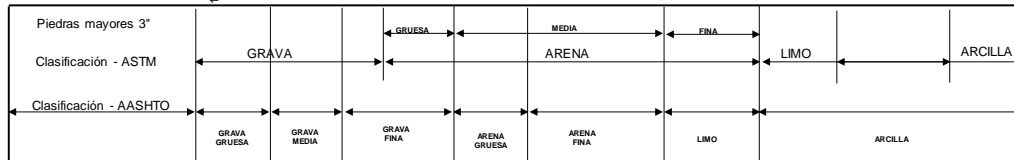
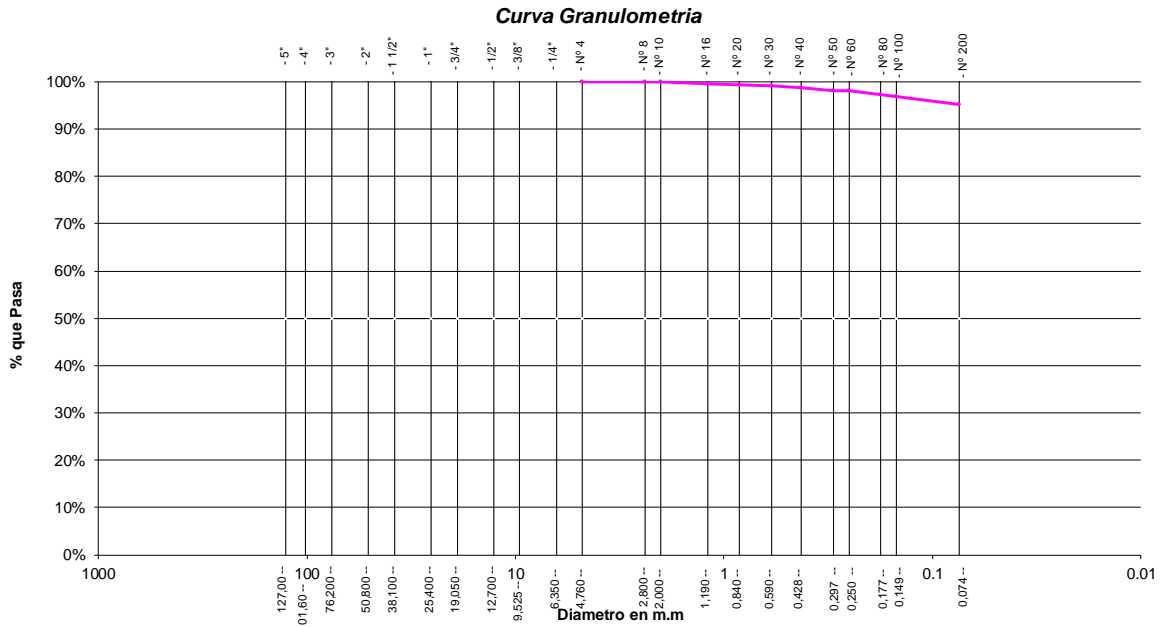
Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø	(mm)					Modulo de Fineza AF:
5"	127.00					Modulo de Fineza AG:
4"	101.60					Equivalente de Arena:
3"	76.20					<b>Descripción Muestra:</b>
2"	50.80					Limo inorgánico
1 1/2"	38.10					
1"	25.40					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
Nº 4	4.760	0.00	0.00%	100.00%		
Nº 8	2.380	0.52	0.05%	99.95%		
Nº 10	2.000	0.36	0.04%	99.91%		
Nº 16	1.190	3.48	0.36%	99.56%		
Nº 20	0.840	1.85	0.19%	99.37%		
Nº 30	0.590	2.86	0.29%	99.07%		
Nº 40	0.426	3.60	0.37%	98.71%		
Nº 50	0.297	5.45	0.56%	98.15%		
Nº 60	0.250	1.21	0.12%	98.03%		
Nº 80	0.177	8.25	0.84%	97.19%		
Nº 100	0.149	3.65	0.37%	96.81%		
Nº 200	0.074	15.85	1.62%	95.20%		
Fondo	0.01	932.92	95.20%	100.00%		
<b>PESO INICIAL</b>	<b>980.00</b>					

<b>SUCS =</b>	<b>ML</b>	<b>AASHTO =</b>	<b>A-4(8)</b>
LL =	31.65	WT =	
LP =	23.50	WT+SAL =	
IP =	8.15	WSAL =	
IG =		WT+SDL =	
		WSDL =	
D 9 =		U =	95.20
D 6 =		Cc =	
D 30 =		Cu =	
D 10 =			

**Observaciones:**

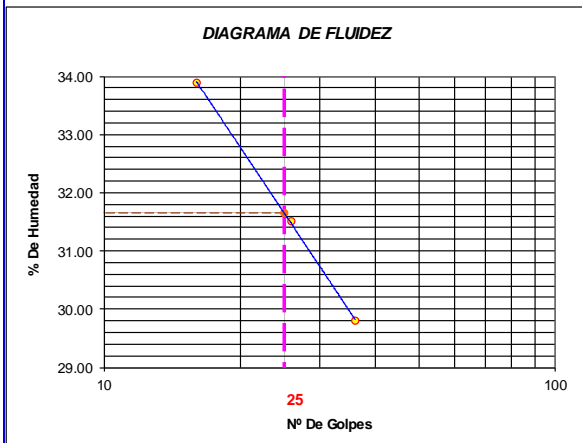
Limo inorgánico, suelo denso, de color marrón, de media plasticidad con respecto L.L., de baja plasticidad con respecto al I.P. con 95.20% de finos (Que pasa la malla Nº 200), L.L.= 31.65% e I.P.= 8.15%, de expansión baja en condición normal con respecto al I.P.



<b>Proyecto</b>	: Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016		
<b>Localización</b>	: Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín		
<b>Muestra</b>	: <b>Suelo Natural (T.D.F.) + Combinación de 4% de cal Hidratada</b>		<b>Perforación:</b> Cielo Abierto
<b>Material</b>	: Limo inorgánico, suelo denso, de color marrón		<b>Kilometraje:</b> -
<b>Para Uso</b>	: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido		<b>Profundidad de la Muestra:</b> 0.20 - 1.50 m
			<b>Hecho Por:</b> Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde P
			<b>Fecha:</b> Noviembre del 2016

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D - 4318**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs	14.30	17.79	17.84
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO grs	59.45	62.75	62.96
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs	48.02	51.98	52.60
PESO DEL AGUA grs	11.43	10.77	10.36
PESO DEL SUELO SECO grs	33.72	34.19	34.76
% DE HUMEDAD	33.90	31.50	29.80
NUMERO DE GOLPES	16	26	36



Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	31.65
Límite Plástico (%)	23.50
Indice de Plasticidad Ip (%)	8.15
Clasificación SUCS	ML
Clasificación AASHTO	A-4(8)
Indice de consistencia Ic	

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D - 4318**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs	14.15	14.65	16.03
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO grs	58.92	59.72	61.62
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs	50.42	51.15	52.92
PESO DEL AGUA grs	8.50	8.57	8.70
PESO DEL SUELO SECO grs	36.27	36.50	36.89
% DE HUMEDAD	23.44	23.48	23.58
% PROMEDIO		23.50	



**Proyecto:** Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016

**Localización:** Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín

**Muestra:** Suelo Natural (T.D.F.) + Combinación de 4% de cal Hidratada

**Material:** Limo inorgánico, suelo denso, de color marrón

**Para Uso:** Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido

**Perforación:** Cielo Abierto

**Kilometraje:** -

**Profundidad de Muestra:** 0.20 - 1.50 m

**Hecho Por:** Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde F

**Fecha:** Noviembre del 2016

**Nº Golpes / capa:** 56

**Nº Capas:** 5

**Peso del Martillo:** 10 Lbs.

**Dimensiones del Molde:**

**Diametro:** 15.21

**Altura:** 11.6

**Vol.:** 2104

**Sobrecarga:** 10 Lbs.

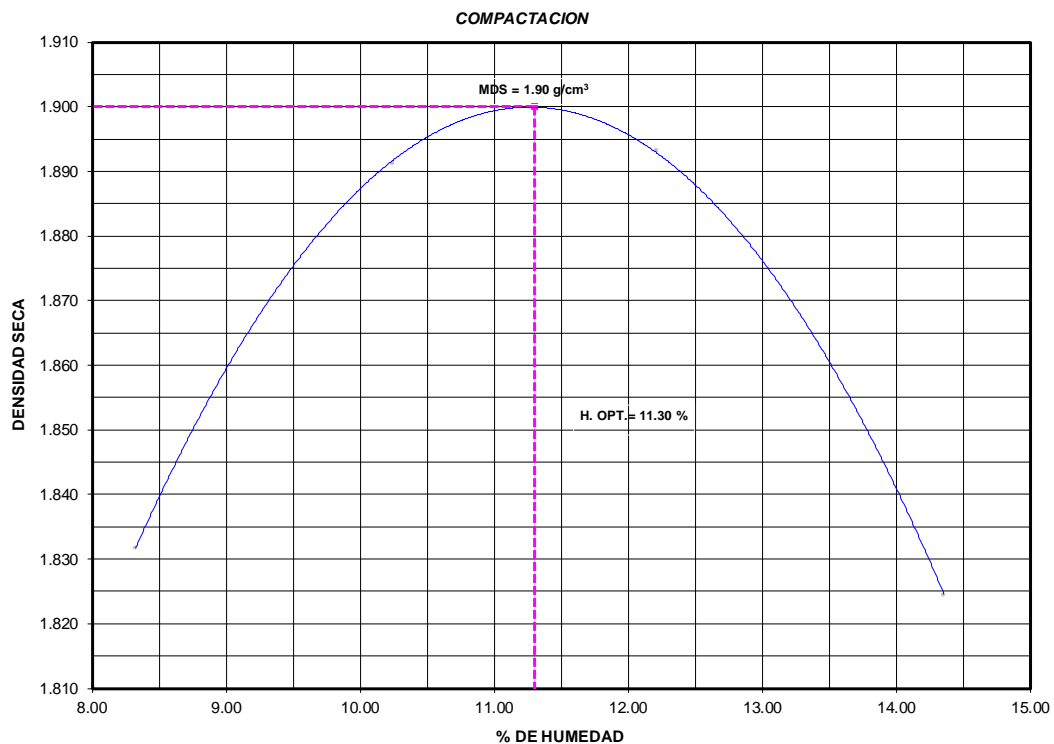
**RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557**

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

MUESTRA Nº	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)	31.48	30.51	28.16	30.28
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	180.88	170.42	175.60	185.83
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	169.40	157.42	159.55	166.30
PESO DEL AGUA (grs)	11.48	13.00	16.05	19.53
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	137.9	126.9	131.4	136.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	8.32	10.24	12.22	14.36
% PROMEDIO	8.32	10.24	12.22	14.36

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD**

CONTENIDO DE HUMEDAD %	8.32	10.24	12.22	14.36
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	6890	7102	7185	7105
PESO DEL MOLDE (grs)	2715	2715	2715	2715
PESO DEL SUELO (grs)	4175	4387	4470	4390
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	1.984	2.085	2.124	2.086
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.832	1.891	1.893	1.824
			Densidad Máxima (grs/cm3)	1.900
			Humedad Óptima%	11.30



## VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.) ASTM - D 1883

PROYECTO : Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016

LOCALIZACIÓN: Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín

MUESTRA : Suelo Natural (T.D.F.) + Combinación de 4% de cal Hidratada

KILOMETRAJE: -

HECHO POR : Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pez

MATERIAL : Limo inorgánico, suelo denso, de color marrón

FECHA : Noviembre del 2016

### COMPACTACIÓN

Molde N°	10	11	12
N° de golpes por capa	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	6000	6000	6000
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8590	8942	9320
Peso del molde (gramos)	4120	4305	4320
Peso del suelo húmedo (grs.)	4470	4637	5000
Volumen del molde (cc)	2345	2315	2365
Densidad húmeda (grs./cm3)	1.91	2.00	2.11
Densidad seca (grs./cm3)	1.71	1.80	1.90
Tarro N°	40	30	22
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	80.47	83.96	76.48
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	75.24	78.32	71.37
Peso del agua (grs.)	5.23	5.64	5.11
Peso del tarro (grs.)	28.65	27.98	26.12
Peso del suelo seco (grs.)	46.59	50.34	45.25
% de humedad	11.23	11.20	11.29
PROMEDIO DE HUMEDAD			

### EXPANSIÓN

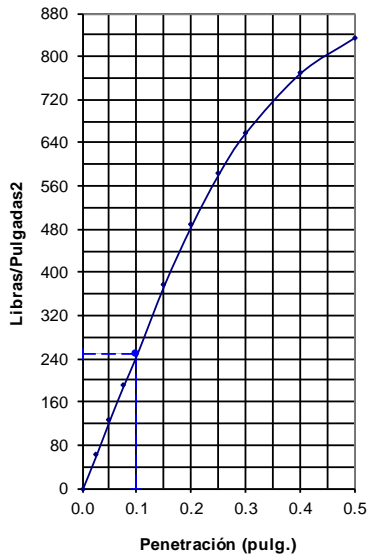
FECHA	TIEMPO	LECTURA		EXPANSIÓN		LECTURA		EXPANSIÓN	
		DIAL		Mm.	%	DIAL		mm	%
	0	150		0	0	69		0	0
	24	152		2	0.04	73		4	0.09
	48	153		3	0.07	74		5	0.11
	72	155		5	0.11	75		6	0.13
	96	155		5	0.11	75		6	0.13

### PENETRACIÓN

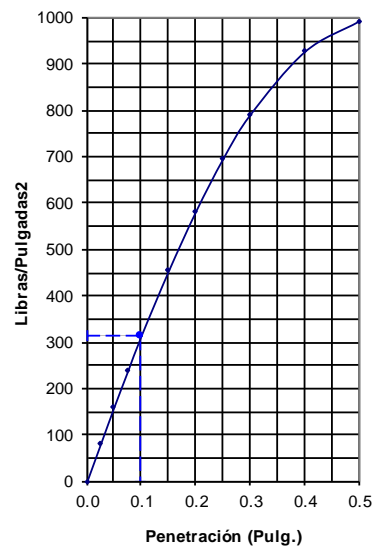
PENETRACIÓN	MOLDE N°10- N° de Golpes			MOLDE N°11- N° de Golpes			MOLDE N°12- N° de Golpes		
	LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN	
	DIAL	Libras.	Libras./pulg	DIAL	Libras.	Libras./pulg <sup>2</sup>	DIAL	Libras.	Libras./pulg <sup>2</sup>
0.000			0.00			0.00			0.00
0.025	85	187	62	110	242	81	140	308	103
0.050	175	385	128	220	484	161	270	594	198
0.075	260	572	191	325	715	238	400	880	293
0.100	340	748	249	430	946	315	520	1144	381
0.150	515	1133	378	620	1364	455	780	1716	572
0.200	665	1463	488	795	1749	583	1020	2244	748
0.250	795	1749	583	950	2090	697	1225	2695	898
0.300	900	1980	660	1080	2376	792	1385	3047	1016
0.400	1050	2310	770	1265	2783	928	1605	3531	1177
0.500	1140	2508	836	1355	2981	994	1710	3762	1254

<b>PROYECTO</b>	Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016	<b>ENSAYO:</b>	<b>C.B.R</b>
<b>LOCALIZACION</b>	Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín	Humedad Óptima Porct. Mod.:	<b>11.30 %</b>
<b>MUESTRA</b>	Suelo Natural (T.D.F.) + Combinación de 4% de cal Hidratada	Max. Des. Porct. Mod.:	<b>1.900</b> gr/cm <sup>3</sup>
<b>MATERIAL</b>	Limo inorgánico, suelo denso, de color marrón		
<b>HECHO POR</b>	Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López		

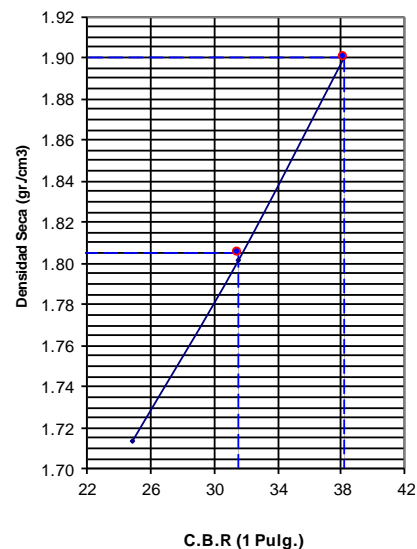
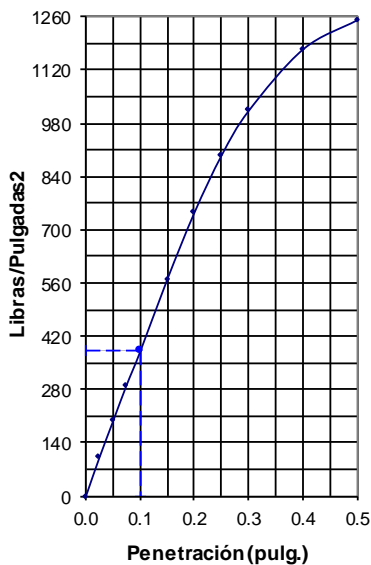
12 Golpes-C.B.R. 1":24.93%=&=1.71gr/cm3



25 Golpes-C.B.R. 1":31.53%=&=1.8gr/cm3



56 Golpes-C.B.R. 1":38.13%=&=1.9 gr/cm3



GOLPES	W. %	&.gr./cm3	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	11.23	1.71	0.11	90	24.93		95%	100%
25	11.20	1.80	0.13	95	31.53		31.53%	38.13
56	11.20	1.90	0.11	100	38.13			

<b>Proyecto</b>	: Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016		
<b>Localización</b>	: Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín		
<b>Muestra</b>	: <b>Suelo Natural (T.D.F.) + Combinación de 5% de cal Hidratada</b>		
<b>Material</b>	: Limo inorgánico, suelo denso, de color marrón		
<b>Para Uso</b>	: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido		
<b>Perforación</b>	: Cielo Abierto	<b>Kilometraje:</b>	: -
<b>Hecho Por</b>	: Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López	<b>Prof. de Muestra:</b>	: 0.20 - 1.50 m
		<b>Fecha:</b>	: Noviembre del 2016

**DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL ASTM D - 2216**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs			
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO grs			
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs			
PESO DEL AGUA grs			
PESO DEL SUELO SECO grs			
% DE HUMEDAD			
PROMEDIO % DE HUMEDAD			

**PESO ESPECÍFICO ASTM D - 854**

TARRO	1	2	3	
PESO FRASCO+AGUA+SUELO	1750.00	1862.00	1580.00	grs.
PESO FRASCO+AGUA	1508.00	1517.00	1400.00	grs.
PESO SUELO SECO	385.85	550.11	288.05	grs.
PESO SUELO EN AGUA	242.00	345.00	180.00	grs.
VOLUMEN DEL SUELO	143.85	205.11	108.05	cm3
PESO ESPECIFICO	2.68	2.68	2.67	grs./cm3
PROMEDIO	2.68			grs./cm3

**DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO ASTM D - 2937**

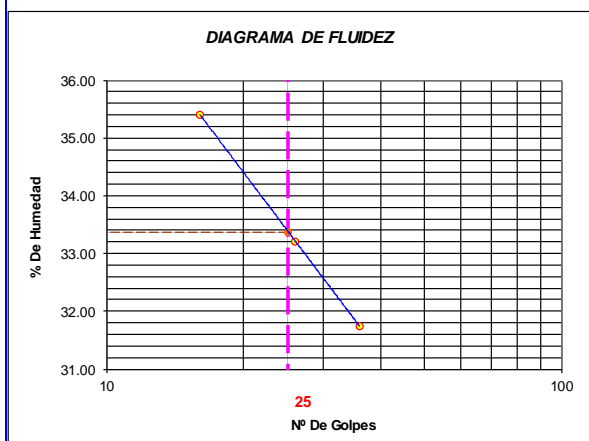
ENSAYO	1	2	3
PESO DE MOLDE Grs			
PESO DEL SUELO + MOLDE Grs			
PESO DEL SUELO SECO Grs			
VOLUMEN DEL MOLDE Grs./cm3			
PESO VOLUMETRICO Grs/cm3			
PROMEDIO Grs/cm3			



<b>Proyecto</b>	: Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016
<b>Localización</b>	: Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín
<b>Muestra</b>	: <b>Suelo Natural (T.D.F.) + Combinación de 5% de cal Hidratada</b>
<b>Material</b>	: Limo inorgánico, suelo denso, de color marrón
<b>Para Uso</b>	: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido
	<b>Perforación:</b> Cielo Abierto
	<b>Kilometraje:</b> -
	<b>Profundidad de la Muestra:</b> 0.20 - 1.50 m
	<b>Hecho Por:</b> Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde P
	<b>Fecha:</b> Noviembre del 2016

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D - 4318**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs	20.28	20.20	20.54
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO grs	65.37	65.36	65.54
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs	53.58	54.10	54.70
PESO DEL AGUA grs	11.79	11.26	10.84
PESO DEL SUELO SECO grs	33.30	33.90	34.16
% DE HUMEDAD	35.41	33.22	31.73
NUMERO DE GOLPES	16	26	36



Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	33.37
Límite Plástico (%)	25.69
Indice de Plasticidad Ip (%)	7.68
Clasificación SUCS	ML
Clasificación AASHTO	A-4(8)
Indice de consistencia Ic	

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D - 4318**

TARRO	1	2	3
PESO DE TARRO grs	13.84	14.58	16.21
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO grs	58.98	59.67	61.21
PESO DEL SUELO SECO + TARRO grs	49.75	50.48	51.99
PESO DEL AGUA grs	9.23	9.19	9.22
PESO DEL SUELO SECO grs	35.91	35.90	35.78
% DE HUMEDAD	25.70	25.60	25.77
% PROMEDIO		25.69	

**Proyecto:** Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jirón la Unión - Juan Guerra 2016

**Localización:** Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín

**Muestra:** Suelo Natural (T.D.F.) + Combinación de 5% de cal Hidratada

**Material:** Limo inorgánico, suelo denso, de color marrón

**Para Uso:** Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido

**Perforación:** Cielo Abierto

**Kilometraje:** -

**Profundidad de Muestra:** 0.20 - 1.50 m

**Hecho Por:** Tesista Bach. Inq. Civil. Velarde F

**Fecha:** Noviembre del 2016

**Nº Golpes / capa:** 56      **Nº Capas:** 5

**Dimensiones del Molde:**      **Diametro:** 15.21      **Altura:** 11.6      **Peso del Martillo:** 10 Lbs.      **Vol.:** 2104

**Sobrecarga:** 10 Lbs.

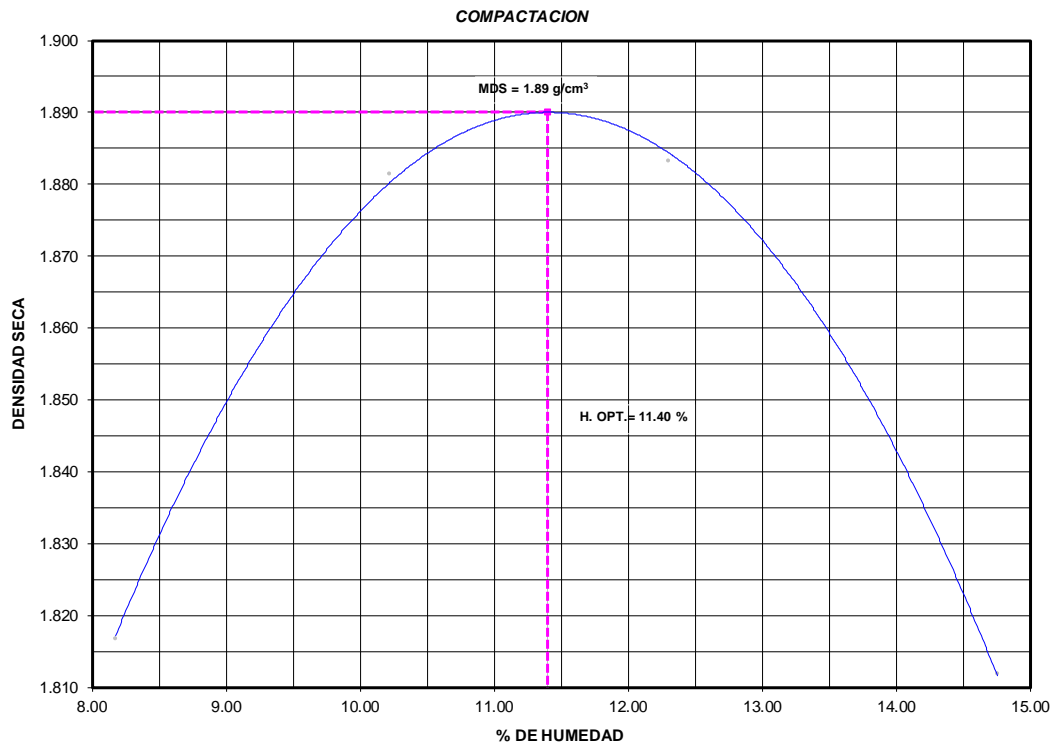
**RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557**

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

MUESTRA Nº	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)	22.77	22.34	30.20	20.09
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	163.70	156.74	148.51	139.62
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	153.05	144.28	135.55	124.25
PESO DEL AGUA (grs)	10.65	12.46	12.96	15.37
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	130.3	121.9	105.4	104.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	8.17	10.22	12.30	14.76
% PROMEDIO	8.17	10.22	12.30	14.76

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD**

CONTENIDO DE HUMEDAD %	8.17	10.22	12.30	14.76
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	6850	7078	7165	7090
PESO DEL MOLDE (grs)	2715	2715	2715	2715
PESO DEL SUELO (grs)	4135	4363	4450	4375
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	1.965	2.074	2.115	2.079
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.817	1.881	1.883	1.812
			Densidad Máxima (grs/cm3)	1.890
			Humedad Óptima%	11.40



## VALOR SOPORTE RELATIVO (C.B.R.) ASTM - D 1883

PROYECTO : Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016

LOCALIZACIÓN: Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín

MUESTRA : Suelo Natural (T.D.F.) + Combinación de 5% de cal Hidratada

KILOMETRAJE: -

HECHO POR : Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pez

MATERIAL : Limo inorgánico, suelo denso, de color marrón

FECHA : Noviembre del 2016

### COMPACTACIÓN

Molde N°	10	11	12
N° de golpes por capa	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	6000	6000	6000
Peso del molde + suelo húmedo (grs)	8950	8425	9540
Peso del molde (gramos)	4920	4213	5012
Peso del suelo húmedo (grs.)	4030	4212	4528
Volumen del molde (cc)	2116	2107	2151
Densidad húmeda (grs./cm3)	1.90	2.00	2.11
Densidad seca (grs./cm3)	1.71	1.80	1.89
Tarro N°	25	30	40
Peso del tarro + suelo húmedo (grs.)	150.13	125.69	110.52
Peso del tarro + suelo seco (grs.)	137.08	116.04	102.30
Peso del agua (grs.)	13.05	9.65	8.22
Peso del tarro (grs.)	22.55	30.71	30.23
Peso del suelo seco (grs.)	114.53	85.33	72.07
% de humedad	11.39	11.31	11.41
PROMEDIO DE HUMEDAD			

### EXPANSIÓN

FECHA	TIEMPO	LECTURA	EXPANSIÓN		LECTURA	EXPANSIÓN		LECTURA	EXPANSIÓN	
			Mm.	%		mm	%		mm	%
	0	105	0	0	48	0	0	11	0	0
	24	110	5	0.11	50	2	0.04	12	1	0.02
	48	113	8	0.18	56	8	0.18	13	2	0.04
	72	114	9	0.20	57	9	0.20	14	3	0.07
	96	115	10	0.22	57	9	0.20	15	4	0.09

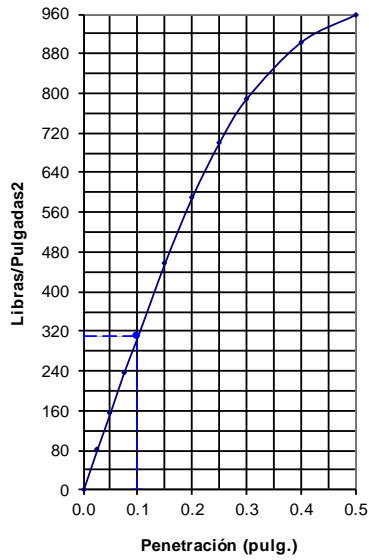
### PENETRACIÓN

PENETRACIÓN	MOLDE N°01-N° de Golpes			MOLDE N°02-N° de Golpes			MOLDE N°03- N° de Golpes		
	LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN		LECTURA	CORRECCIÓN	
		DIAL	Libras.		Libras./pulg <sup>2</sup>	DIAL		Libras.	Libras./pulg <sup>2</sup>
0.000			0.00			0.00			0.00
0.025	110	242	81	135	297	99	164	361	120
0.050	215	473	158	265	583	194	320	704	235
0.075	325	715	238	400	880	293	475	1045	348
0.100	422	928	309	520	1143	381	622	1368	456
0.150	625	1375	458	780	1716	572	925	2035	678
0.200	805	1771	590	1010	2222	741	1180	2596	865
0.250	955	2101	700	1205	2651	884	1390	3058	1019
0.300	1075	2365	788	1375	3025	1008	1565	3443	1148
0.400	1230	2706	902	1635	3597	1199	1815	3993	1331
0.500	1305	2871	957	1765	3883	1294	1945	4279	1426

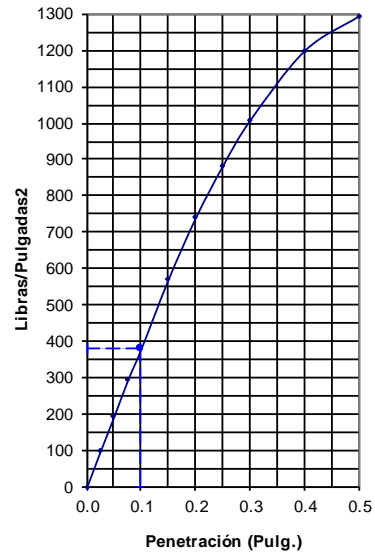


<b>PROYECTO</b>	Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016	<b>ENSAYO:</b>	<b>C.B.R</b>
<b>LOCALIZACION</b>	Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región Sa	Humedad Óptima Porct. Mod.:	<b>11.40 %</b>
<b>MUESTRA</b>	<b>Suelo Natural (T.D.F.) + Combinación de 5% de cal Hidratada</b>	Max. Des. Porct. Mod.:	<b>1.890</b> gr/cm <sup>3</sup>
<b>MATERIAL</b>	Limo inorgánico, suelo denso, de color marrón		
<b>HECHO POR</b>	Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López		

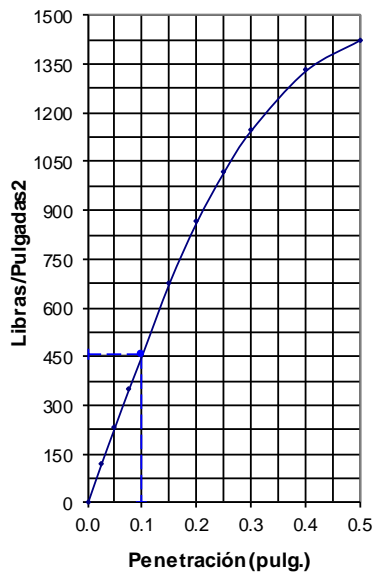
12 Golpes-C.B.R. 1":30.95%=&=1.71gr/cm3



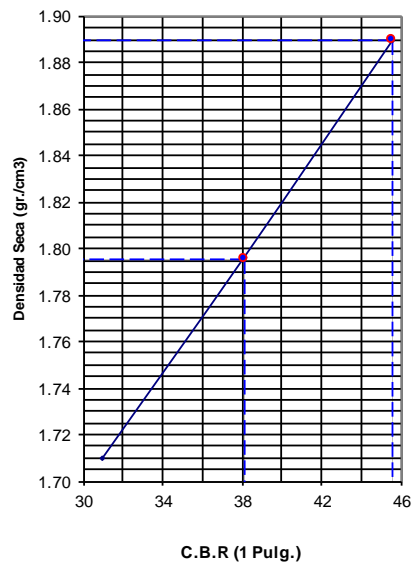
25 Golpes-C.B.R. 1":38.1%=&=1.8gr/cm3



56 Golpes-C.B.R. 1":45.61%=&=1.89gr/cm3



Golpes-C.B.R. 1":



GOLPES	W. %	&.gr./cm3	HINCH. %	COMP. %	CBR-1"	CBR-2"	C.B.R.	C.B.R.
12	11.39	1.71	0.22	90	30.95		95%	100%
25	11.31	1.80	0.20	95	38.10		38.10%	45.61
56	11.31	1.89	0.09	100	45.61			

**RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYOS  
REALIZADOS ANALISIS DE SUELOS METODO  
USADO: PH POTENCIO METRICO**



## MAX BELTRAN PEZO PEREA

Ing. AGRONOMO CIP: 72185  
ESPECIALISTA EN SUELOS

Estudios Agrológicos, Análisis e interpretación de Suelos, Consultorías.  
Jr. Martín de la Riva N° 169 - Tarapoto. Tef: (042) 942478379 - RPM \*432106 E-mail: mabepepe@hotmail.com

# ANÁLISIS DE SUELOS

## PROYECTO:

TESIS: APLICACIÓN DE CAL EN SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL JIRON LA UNIÓN - JUAN GUERRA 2016

UBICACIÓN: DIRECCION : Jr. La Unión, Cdras. 01 al 07  
DISTRITO : Juan Guerra  
PROVINCIA : San Martín.  
REGION : San Martín.

FECHA : Noviembre del 2016  
HECHO POR : Ing. Agrónomo Max Beltrán Pezo Perea  
SOLICITA : Tesista Bach. Ing. Civil. Velarde Pezo López

N° DE MUESTRA		ANÁLISIS QUIMICO			
Lab.	Campo	Ph			
01	Suelo Natural	8.30			
02	1%+ Suelo	12.28			
03	2%+ Suelo	12.7			
04	3%+ Suelo	13.0			
05	4%+ Suelo	13.2			
06	5%+ Suelo	13.3			
07	6%+ Suelo	13.4			
08	7%+ Suelo	13.5			

METODOS USADOS: Ph.: Potencio métrico

Tarapoto, Noviembre del 2016.

**FOTOGRAFIAS DE ENSAYOS EN EL LABORATORIO  
DE MECANICA DE SUELOS**

**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL, SACANDOS LAS HUMEDADES NATURALES DE LAS MUESTRAS EXTRAIDAS DE LAS CALICATAS, EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL, SACANDOS LAS HUMEDADES NATURALES DE LAS MUESTRAS EXTRAIDAS DE LAS CALICATAS, EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL, AL ING. DOCENTE ENCARGADO DEL CURSO, SUPERVISANDO LOS ENSAYOS EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL, CONSTATANDO MUESTRAS EXTRAIDAS DE LAS CALICATAS, PARA SUS RESPECTIVOS SECADOS EN EL HORNO DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



**SE OBSERVA AL TESISTA BACH. ING. CIVIL, CONSTATANDO MUESTRAS EXTRAIDAS DE LAS CALICATAS, PARA SUS RESPECTIVOS SECADOS EN EL HORNO DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



**SE OBSERVA AL TESISTA BACH. ING. CIVIL, CONSTATANDO MUESTRAS EXTRAIDAS DE LAS CALICATAS, PARA SUS RESPECTIVOS SECADOS EN EL HORNO DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



**SE OBSERVA AL TESISTA BACH. ING. CIVIL, CONSTATANDO MUESTRAS EXTRAIDAS DE LAS CALICATAS, PARA SUS RESPECTIVOS SECADOS EN EL HORNO DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



**SE OBSERVA AL TESISTA BACH. ING. CIVIL, LAVANDO LAS MUESTRAS PARA LOS ANALISIS GRANULOMETRICOS EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**





**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL, LAVANDO LAS MUESTRAS PARA LOS ANALISIS GRANULOMETRICOS EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL, AL ING. DOCENTE ENCARGADO DEL CURSO, SUPERVISANDO LAS MUESTRAS LAVADAS PARA LOS ENSAYOS DE ANALISIS GRANULOMETRICOS POR TAMIZADOS EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL, AL ING. DOCENTE ENCARGADO DEL CURSO, SUPERVISANDO LAS MUESTRAS LAVADAS PARA LOS ENSAYOS DE ANALISIS GRANULOMETRICOS POR TAMIZADOS EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



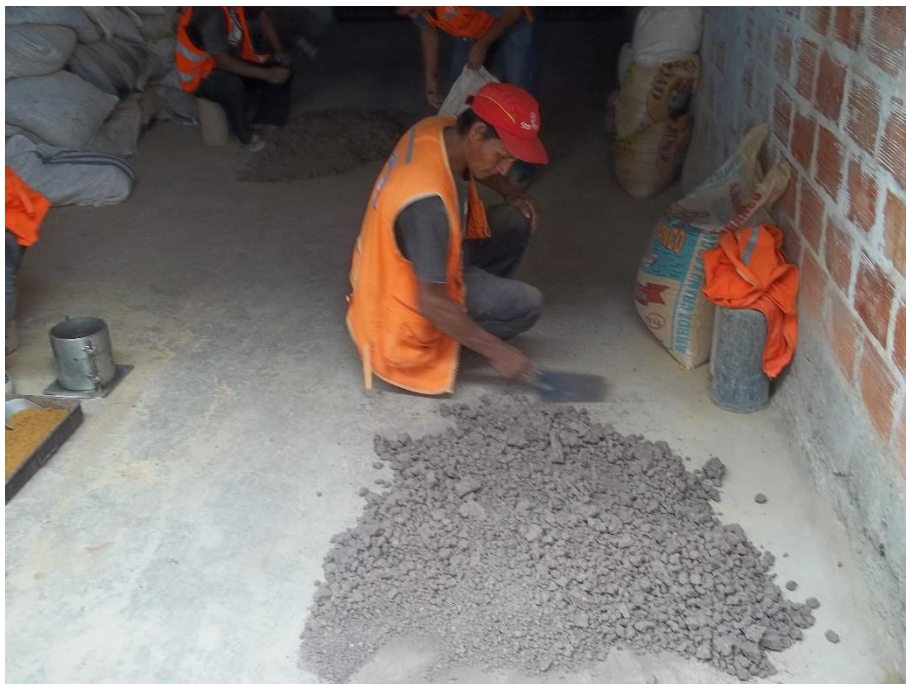
**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL, REALIZANDO LOS ENSAYOS DE LIMITES DE CONSISTENCIAS DE LAS MUESTRAS EXTRAIDAS DE LAS CALICATAS EXCAVADAS, EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



**SE OBSERVA AL TESISTA BACH. ING. CIVIL, REALIZANDO LOS ENSAYOS DE LIMITES DE CONSISTENCIAS DE LAS MUESTRAS EXTRAIDAS DE LAS CALICATAS EXCAVADAS, EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



**SE OBSERAV AL PERSONAL DEL LABORATORIO REALIZANDO EL CHANCADO DE LAS MUESTRAS, PARA LOS ENSAYOS DE PROCTOR MODIFICADO Y CBR, EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



**SE OBSERVA AL TESISTA BACH. ING. CIVIL, CONSTANTANDOS LAS MUESTRAS CHANCADAS PARA LOS ENSAYOS DE PROCTOR MODIFICADO Y ENSAYOS DE CBR, EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



**SE OBSERVA AL TESISTA BACH. ING. CIVIL, SACABND O LAS MEDIDAS DEL MOLDE PARA EL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO Y CBR, EN EL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**



**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL, REALIZANDO EL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO, EN EL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**



**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL, REALIZANDO EL ENSAYO DE CBR, EN EL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**



**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL, REALIZANDO EL ENSAYO DE CBR, EN EL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**



**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL, REALIZANDO LA IDENTIFICACION DE LOS MOLDES DE CBR, PARA SU SATURACION EN LA POZA, EN EL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**



**SE OBSERVA AL TESISTA BACH. ING. CIVIL, MOLDES DE CBR, EN LA POZA SATURANDO, EN EL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**



**SE OBSERVA AL TESISTA BACH. ING. CIVIL, MIDIENDO LA EXPANSIÓN DEL SUELO DE LOS MOLDES DE CBR, EN EL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS.**



**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL, AL ING. DOCENTE ENCARGADO DEL CURSO, SUPERVISANDO LAS PRENSAS PARA LOS ENSAYOS DE CBR, EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



**SE OBSERVA AL TESISISTA BACH. ING. CIVIL, REALIZANDO ENSAYOS DE PH DE LAS MUESTRAS EXTRAIDAS DE LAS CALICATAS EXCAVADAS, EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**





**SE OBSERVA AL TESISTA BACH. ING. CIVIL, REALIZANDO ENSAYOS DE PH DEL SUELO NATURAL, SUELO + CAL HIDRADATA, EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



**SE OBSERVA AL TESISTA BACH. ING. CIVIL, REALIZANDO ENSAYOS DE PH DEL SUELO NATURAL, SUELO + CAL HIDRADATA, EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**



# **DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO CON SUB RASANTE NATURAL**

## DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO

Metodo AASHTO 1993

PROYECTO : Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016

LOCALIZACION: Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín FECHA : Noviembre del 2016

### 1. REQUISITOS DEL DISEÑO

a. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20
b. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	5.00E+05
c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.1
d. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)	2.0
e. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	80%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-0.842
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.35

### 2. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

a. RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO f'c (kg/cm2)	210
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO f'c ( psi )	2,980.64
b. MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO Ec ( psi )	3,111,928.14
c. MODULO DE ROTURA S'c ( psi )	623.87
d. MODULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE- K ( pci )	130.00
e. TRANSFERENCIA DE CARGA ( J )	3.2
f. COEFICIENTE DE DRENAJE ( Cd )	1.2

### 3. CALCULO DEL ESPESOR DE LOSA (Variar D Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)

D (pulg)	G <sub>t</sub>	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
6.100	-0.15490	5.70	6.10

### 4. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

A. ESPESOR DE LOSA REQUERIDO ( Df ), pulgadas	6.10	pulg.
B. ESPESOR DE LOSA REQUERIDO ( Df ), centimetros	15.25	cm
C. ESPESOR DE SUB BASE ( SB ), pulgadas	6	pulg.
D. ESPESOR DE SUB BASE ( SB ), centimetros	15	cm

#### Comentarios:

- \* Las losas seran moduladas de 3.60m x 3.60 a 4.50m
- \* Las juntas longitudinales y transversales seran de 3mm
- \* Llevara barras de transferencia de carga

**DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO CON SUB  
RASANTE NATURAL + COMBINACION DE CAL  
HIDRATADA**

## DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO

Metodo AASHTO 1993

PROYECTO : Tesis: Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido en el Jiron la Unión - Juan Guerra 2016

LOCALIZACION: Jr. La Unión / Distrito Juan Guerra / Provincia San Martín / Región San Martín FECHA : Noviembre del 2016

### 1. REQUISITOS DEL DISEÑO

a. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20
b. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	5.00E+05
c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.1
d. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)	2.0
e. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	80%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-0.842
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.35

### 2. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

a. RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO f'c (kg/cm2)	210
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO f'c ( psi )	2,980.64
b. MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO Ec ( psi )	3,111,928.14
c. MODULO DE ROTURA S'c ( psi )	623.87
d. MODULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE- K ( pci )	450.00
e. TRANSFERENCIA DE CARGA ( J )	3.2
f. COEFICIENTE DE DRENAJE ( Cd )	1.2

### 3. CALCULO DEL ESPESOR DE LOSA (Variar D Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)

D (pulg)	G <sub>c</sub>	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
6.640		5.70	6.64

### 4. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

A. ESPESOR DE LOSA REQUERIDO ( Df ), pulgadas	6.64	pulg.
B. ESPESOR DE LOSA REQUERIDO ( Df ), centímetros	16.60	cm
C. ESPESOR DE SUB BASE ( SB ), pulgadas		pulg.
D. ESPESOR DE SUB BASE ( SB ), centímetros		cm

#### Comentarios:

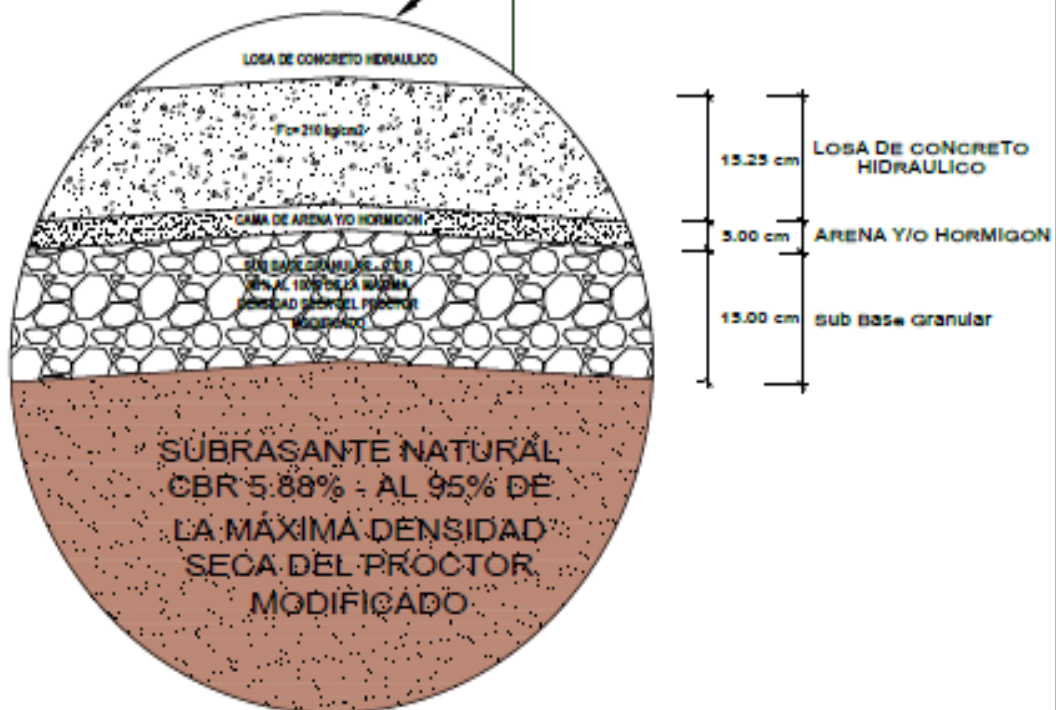
- \* Las losas seran moduladas de 3.60m x 3.60 a 4.50m
- \* Las juntas longitudinales y transversales seran de 3mm
- \* Llevara barras de transferencia de carga

## **PLANOS DE SECCION TRANSVERSAL**

**TESIS: APLICACIÓN DE CAL EN SUBRASANTE  
PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL  
JIRON LA UNIÓN - JUAN GUERRA 2016**

**CON CBR NORMAL DEL  
TERRENO  
DE FUNDACION(TDF)**

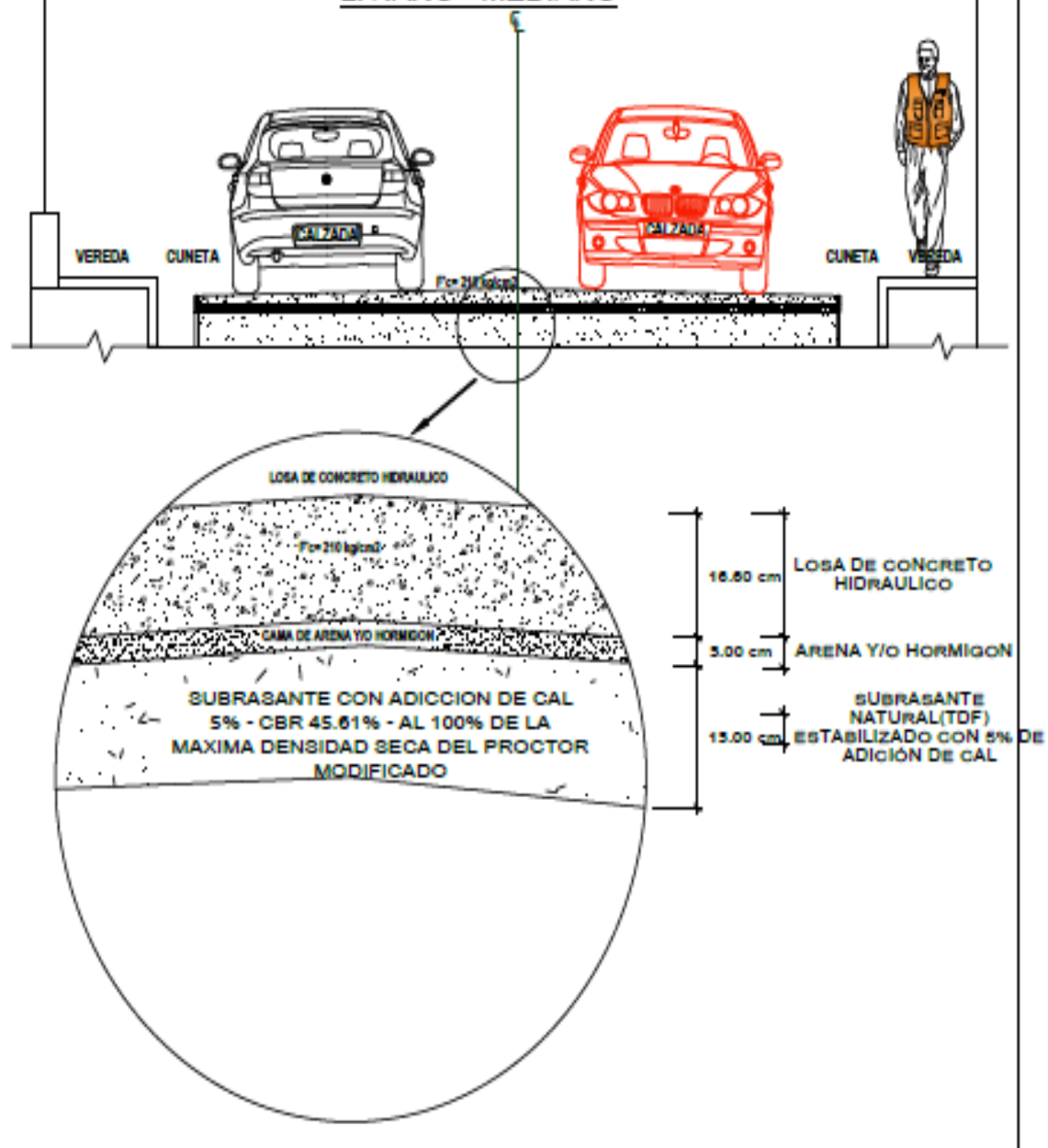
**SECCION TRANSVERSAL  
PAVIMENTO RIGIDO  
LIVIANO - MEDIANO**



**TESIS: APLICACIÓN DE CAL EN SUBRASANTE  
PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL  
JIRON LA UNIÓN - JUAN GUERRA 2016**

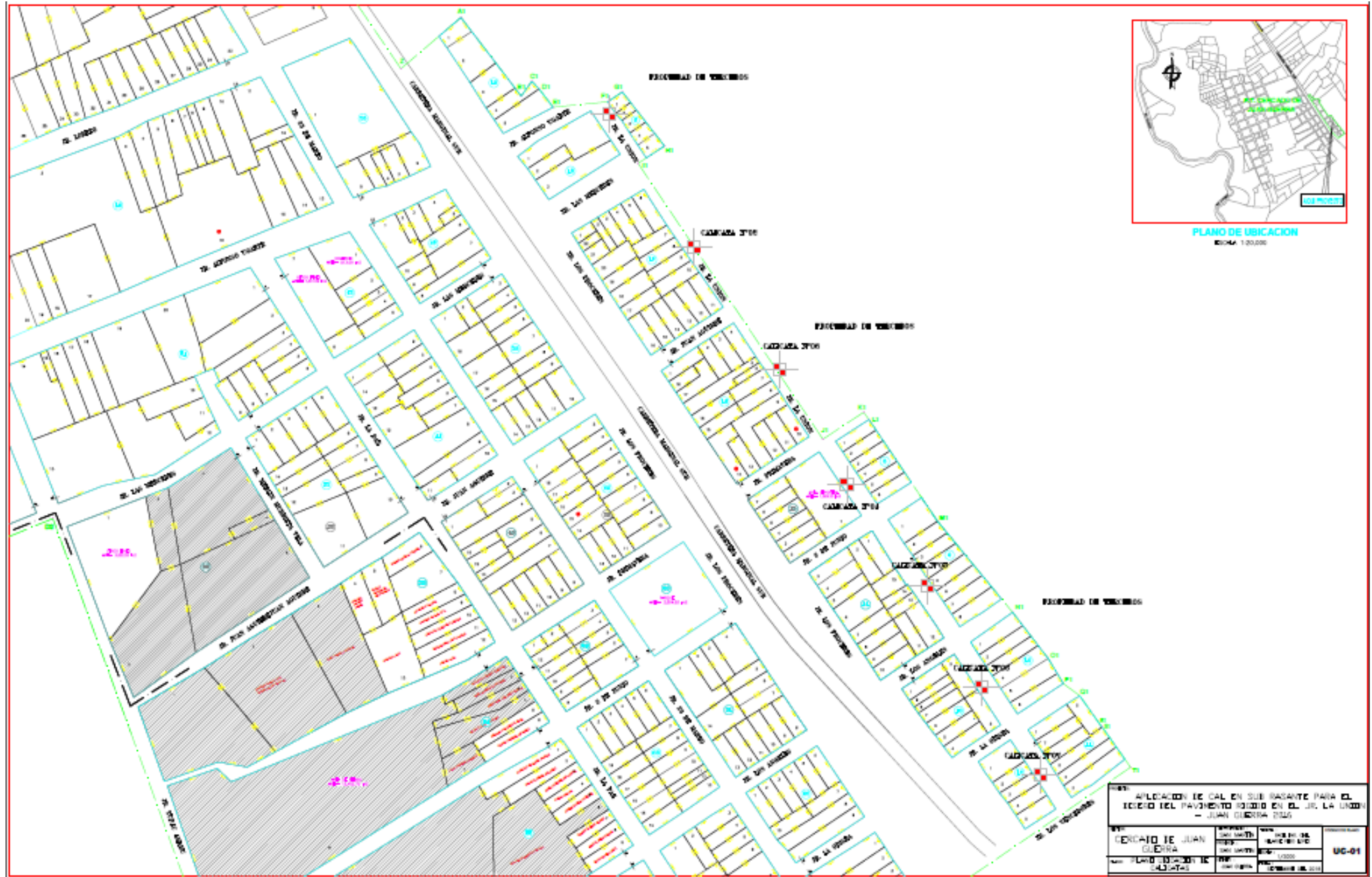
**SUB RASANTE NATURAL  
CON ADICCIÓN DE CAL  
HIDRATADA CBR 45.61%**

SECCION TRANSVERSAL  
PAVIMENTO RIGIDO  
LIVIANO - MEDIANO





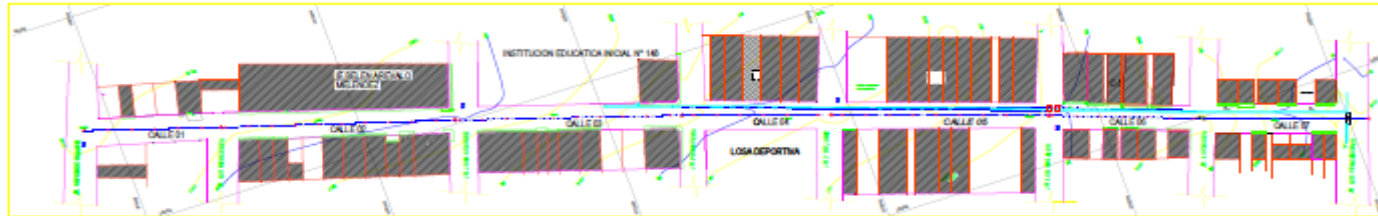
**PLANOS DE UBICACIÓN DE CALICATAS DEL AREA  
DE ESTUDIO**



PLANO DE UBICACION  
Escala 1:50,000

PROYECTO: AYUDACION DE CAL EN SUB BASANTE PARA EL TERCER DEL PAVIMENTO RIGIDO EN EL CR. LA UNION - JUAN GUERRA 2025			
CLIENTE: MUNICIPIO DE JUAN GUERRA	INGENIERO: JUAN GUERRA	FECHA DE ELABORACION: 15/05/2025	ESCALA: 1:5000
NOMBRE DEL PROYECTO: AYUDACION DE CAL EN SUB BASANTE PARA EL TERCER DEL PAVIMENTO RIGIDO EN EL CR. LA UNION	NOMBRE DEL INGENIERO: JUAN GUERRA	FECHA DE APROBACION: 15/05/2025	NÚMERO DE PLAN: UC-01

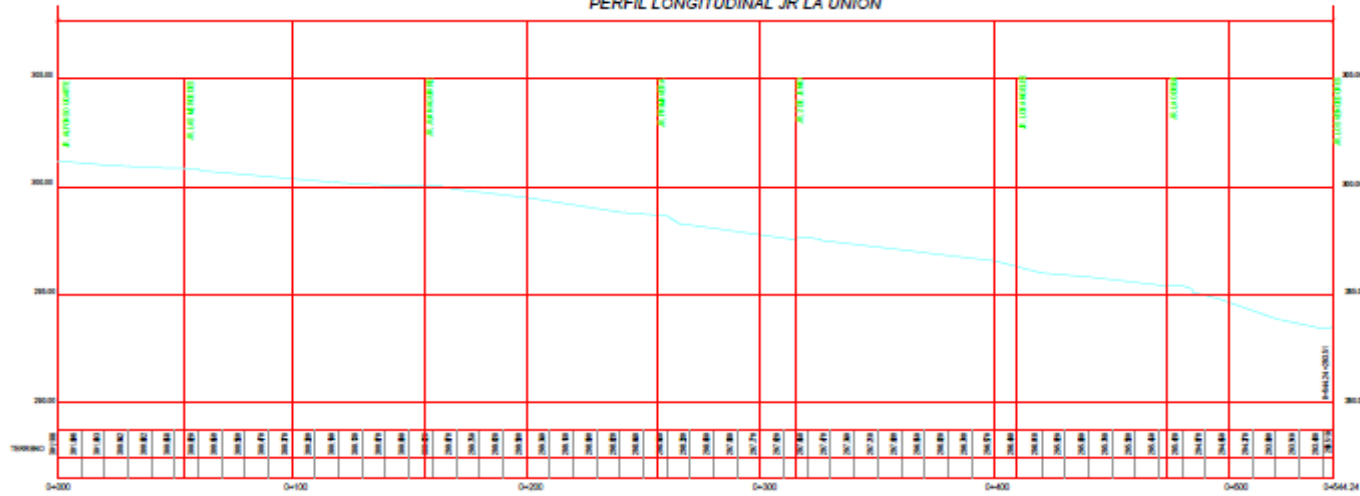
## **PLANO PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL**



ESCALA: H=1/2000

PLANTA

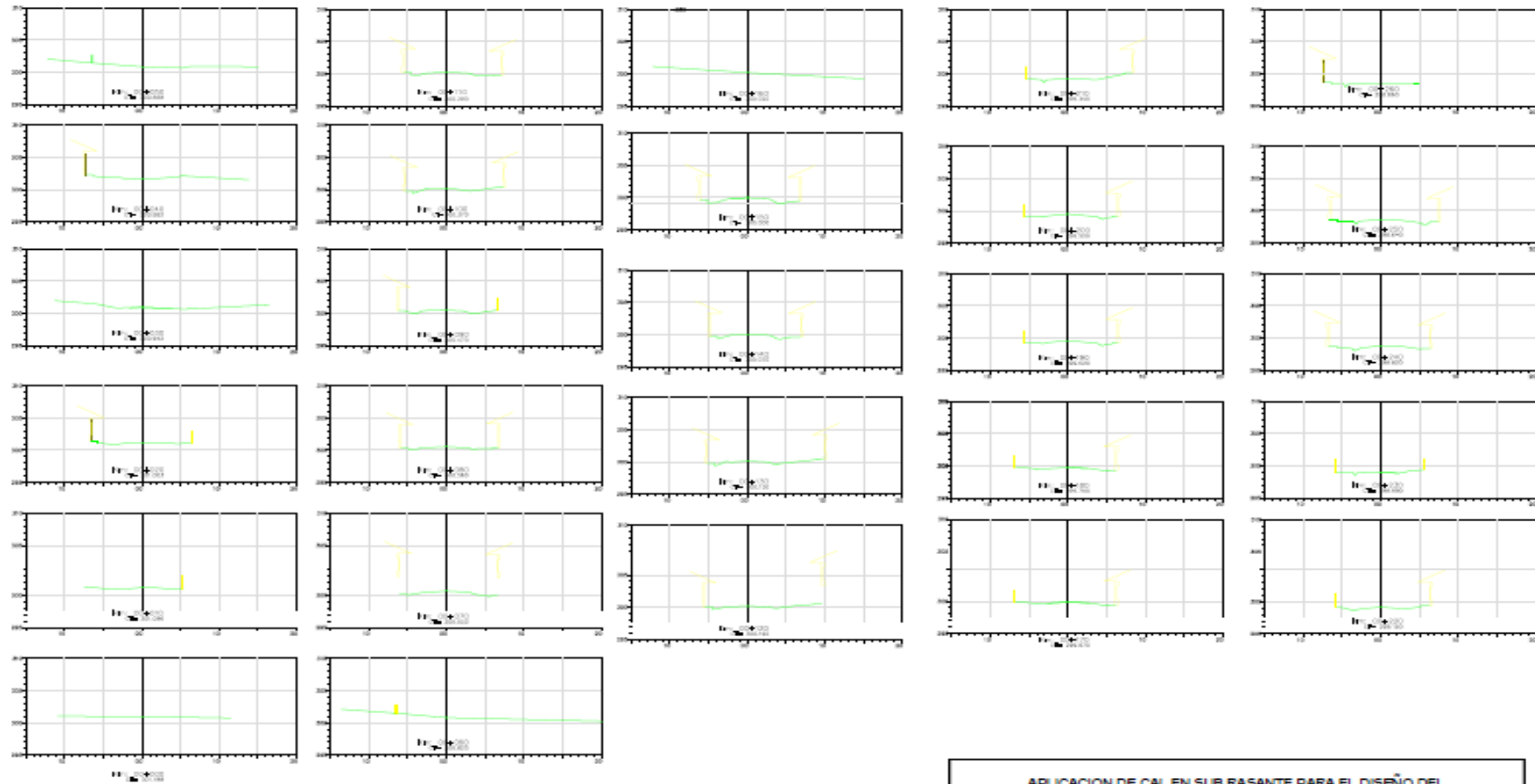
PERFIL LONGITUDINAL JR LA UNION



ESCALA: H=1/2000 ; VERT = 1/200

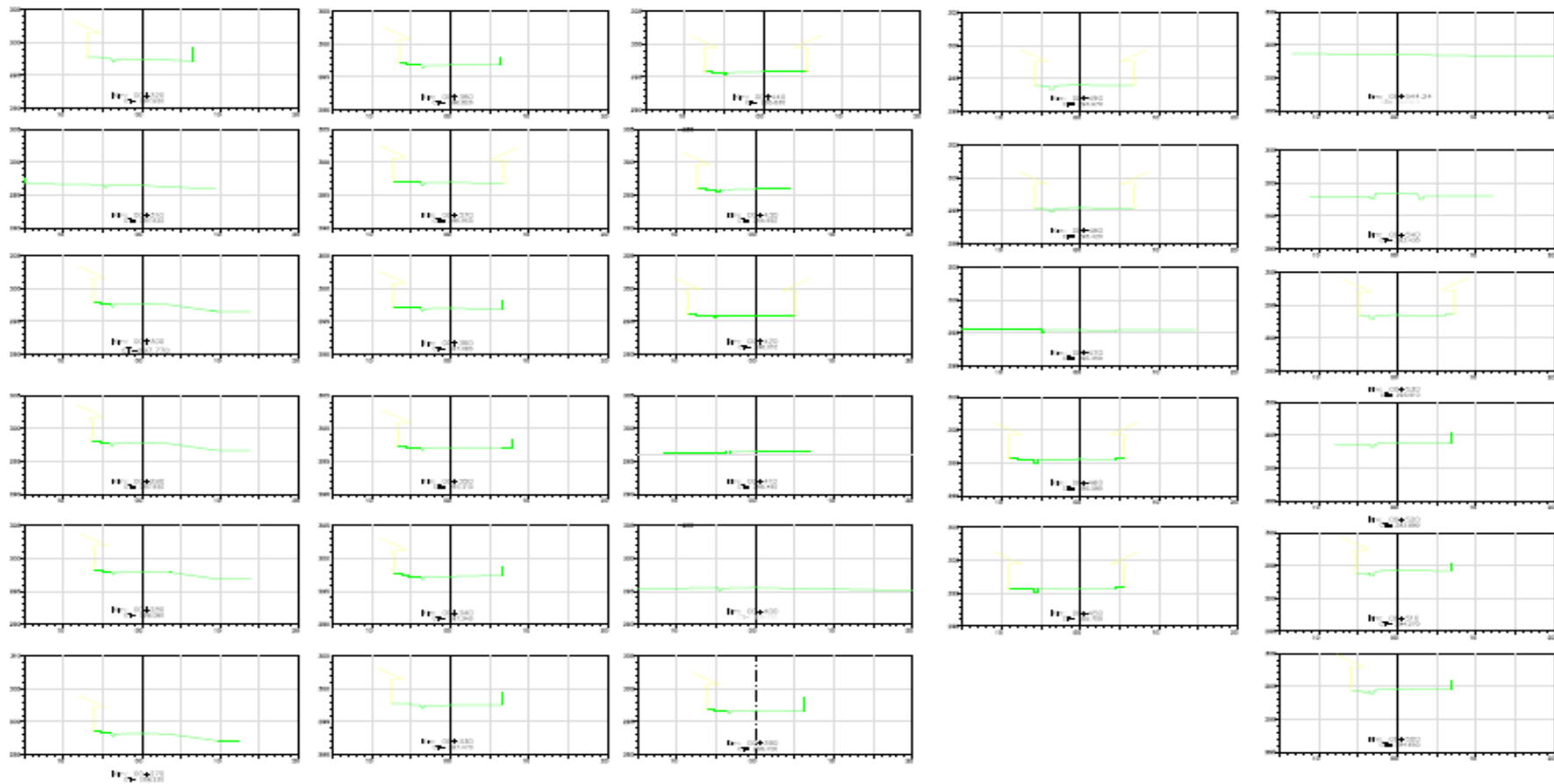
APLICACION DE CAL EN SUB RASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO EN EL JR. LA UNION - JUAN GUERRA 2016			
CLIENTE:	COMUNIDAD:	PAIS:	CODIGO DE PLANO:
CERCADO DE JUAN GUERRA	SAN MARTIN	PERU	PP-01
	PROYECTO:	INSTITUCION:	
	SAN MARTIN	ICAREC PCCO LTDA	
	DISEÑO:	ESCALA:	
	JUAN GUERRA	1/2000	
PLANO:	FECHA:	OTRO:	
PLANO PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL	05/08/2016	OTRO:	

## **PLANO DE SECCION TRANSVERSAL**



DEL KM 0+000 AL KM 0+250:  
ESCALA = 1/200

<b>APLICACION DE CAL EN SUB RASANTE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO EN EL JR. LA UNION - JUAN GUERRA 2016</b>			
SECTOR: <b>CERCADO DE JUAN GUERRA</b>	DEPARTAMENTO: SAN MARTIN	ESTADO: SACR. ING. CIVIL ALFARO FERRER LOPEZ	CODIGO DE PLANO: <b>PP-01</b>
	PROYECTO: SAN MARTIN		
PLANO: PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES	INGENIERO: JUAN GUERRA	FECHA: 1/2016	ESTADO: SEPTIEMBRE 2016



DEL KM 0+270 AL KM 0+544.24  
 ESCALA = 1/200

APLICACION DE CAL EN SUB RASANTE PARA EL DISEÑO DEL  
 PAVIMENTO RIGIDO EN EL JR. LA UNION - JUAN GUERRA 2016

ETI: CERCADO DE JUAN GUERRA	DEPARTO: SAN MARTIN PROVINCIA: SAN MARTIN	TIPO: BACH. ING. CIVIL ELABORADO POR: LUIS LÓPEZ ESCALA: 1/20000 FECHA: SETIEMBRE 2016	CODIGO DE PLANO: <b>PP-01</b>
PLANO: PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES	ELABORADO: JUAN GUERRA		

## **ANEXO 4: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**



## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- Obra** : "APLICACIÓN DE CAL EN SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO, EN JIRÓN LA UNIÓN-JUAN GUERRA-SAN MARTÍN, 2016".
- Ejecuta** : Est. De Ing. Civil Velarde Pezo López
- Ubicación** : Juan Guerra
- Fecha** : Octubre 2016

### I. Introducción

El presente Estudio de Impacto Ambiental (EIA) tiene por objetivo analizar los impactos ambientales generados durante la elaboración del Desarrollo de Tesis del Estudiante de Ing. Civil Velarde Pezo López, "Aplicación de Cal en Subrasante para el Diseño de Pavimento Rígido, en Jirón La Unión, Juan Guerra – San Martín, 2016 y proponer las medidas de mitigación correspondientes, lo cual se ejecutará dentro del marco de normatividad ambiental estipulada para la construcción de vías urbanas, y de acuerdo a los términos de referencia respectivos.

El ámbito geográfico donde se desarrolla la Tesis mencionada está ubicado a 13 km al sur de la ciudad de Tarapoto, se encuentra situada a 330 msnm, a 6°36'15" de latitud sur y 76°21'15" longitud oeste en el sector septentrional de la región de Selva Alta del Perú, políticamente correspondiente al departamento de San Martín, provincia del mismo nombre y circunscripción del distrito de Juan Guerra.

La vía en estudio está ubicada en el Jirón La Unión Cuadras de la 01 a la 07 tiene una longitud de 544.24 m.

## II. Objetivo del Estudio de Impacto Ambiental

Este estudio surge por una necesidad de proponer una adecuación técnica de la vía, armónica a las condiciones ambientales del entorno de la obra, en tal sentido este EIA tiene el siguiente objetivo:

### 2.1 Objetivo General

- Tiene como objetivo identificar y definir medidas de mitigación de los impactos ambientales que pudieran generarse en las etapas de ejecución y operación de la construcción del proyecto.

## III. Marco Legal

El presente estudio se enmarca en el contexto normativo ambiental que regulan los procesos de desarrollo urbanístico en el País y la Región. En tal sentido es menester hacer énfasis en sus particularidades, tal como precisamos.

### Normas del Sector Transportes y Comunicaciones

#### a. **Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (Ley N° 27791), pub. 26/07/2002**

En el **Art. 1°** determina y regula el ámbito, estructura orgánica básica y funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, organismo rector que forma parte del Poder Ejecutivo y que constituye un pliego presupuestal con autonomía administrativa y económica, de acuerdo a Ley. En el **Art. 2°**, señala que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones integra interna y externamente al país para lograr un racional ordenamiento territorial vinculando las áreas de recursos, producción, mercados y centros poblados, a través de la formulación, aprobación, ejecución y supervisión de la infraestructura de transportes y comunicaciones.

#### b. **Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (D.S. N° 041-2002-MTC), pub. 24/08/2002.**

Establece en el **Art. N° 73°** que la Dirección General de Asuntos Socio Ambientales es la encargada de velar por el cumplimiento de las normas de conservación del medio ambiente, en lo referente al Sub Sector Transportes.

- c. **Reglamento de Consulta y Participación Ciudadana en el proceso de Evaluación Ambiental y Social en el Sub Sector Transportes – MTC (R.D. N° 006-2004-MTC), pub. 07/02/2004.**

El presente Reglamento norma la participación de las personas naturales, organizaciones sociales, titulares de proyectos de infraestructura de transportes, y autoridades, en el procedimiento por el cual el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Sub Sector Transportes, desarrolla actividades de información y diálogo con la población involucrada en proyectos de construcción, mantenimiento y rehabilitación; así como en el procedimiento de Declaración de Impacto Ambiental, Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado y Detallado, con la finalidad de mejorar el proceso de toma de decisiones en relación a los proyectos.

- d. **Directrices para la Elaboración y Aplicación de Planes de Compensación y Reasentamiento Involuntario para Proyectos de Infraestructura de Transportes (R.D. N° 007-2004-MTC), pub. 07/02/2004.**

Presenta los lineamientos a seguir para la elaboración de Planes de Compensación con el objetivo de asegurar que la población afectada por un proyecto reciba una compensación justa y soluciones adecuadas a las situaciones generadas por éste. En su Art. 1° se aprueban las directrices para la elaboración y aplicación de Planes de Compensación y Reasentamiento Involuntario (PACRI) para proyectos de infraestructura de transporte.

## IV. Descripción y Análisis del Proyecto

### 4.1 Descripción del proyecto

La Vía en estudio se encuentra ubicada en el Departamento de San Martín, Provincia de San Martín, Distrito de Juan Guerra, corresponde a una vía urbana, teniendo una longitud aproximada de 544.24 m. lineales y está ubicado en una altitud promedio de 330 msnm. La topografía del terreno de la vía es semiplana e inclinada.

#### 4.1.1 Aspectos generales

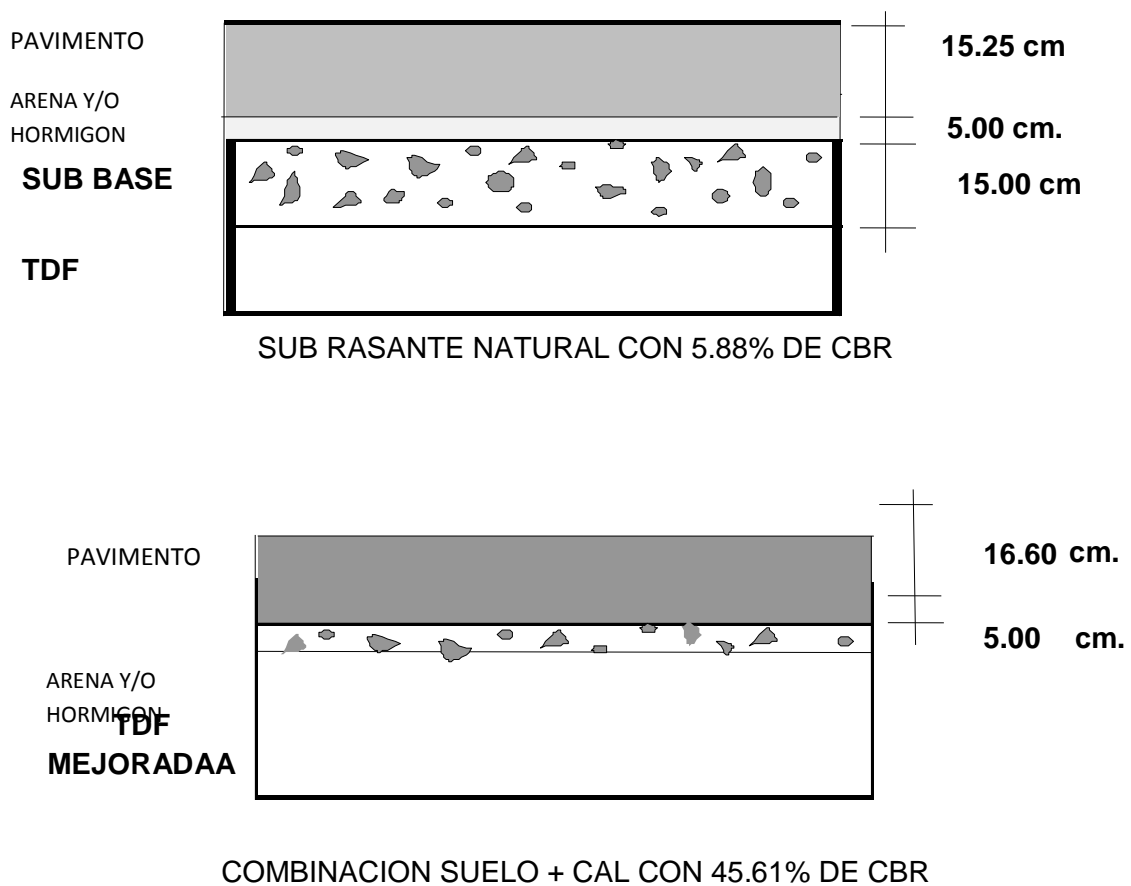
<b>Carretera</b>	:	Urbana
<b>Longitud de la vía</b>	:	544.24 (7 Cuadras.)
<b>Categoría</b>	:	Segunda Clase

<b>Velocidad Directriz</b>	:	de 40 a 50 km/h.
<b>Bombeo</b>	:	2.0 %
<b>Ancho de Sup. De Rodadura</b>	:	7.20 ml.
<b>Radio Mínimo Normal</b>	:	25 ml.

#### 4.1.2 Espesor de pavimento

Para la determinación del espesor del pavimento a colocar se ha considerado todo el tramo del proyecto con un solo tipo de pavimento.

**Figura 1. Estructuración de pavimento para 30 años**



#### 4.1.3 Del material a Utilizar como estabilizador de la subrasante

##### **Hidróxido de calcio**

El hidróxido de calcio, dihidróxido de calcio o cal hidratada (otros sinónimos: hidrato de cal, cal apagada, cal muerta, cal aérea apagada, cal de construcción, cal química, cal fina, cal de albañilería, flor de cal, cal Viena) con fórmula  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , se obtiene por hidratación del óxido de calcio (cal viva) en unos equipos denominados hidratadores.

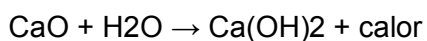
También se puede obtener, como subproducto procedente de residuos cálcicos de procesos de fabricación de diversas sustancias, por precipitación de la mezcla de una solución de cloruro de calcio con una de hidróxido de sodio o haciendo reaccionar carburo de calcio con agua. En este último caso, durante el proceso se libera acetileno, que se aprovecha para las lámparas o equipos de soldadura autógena, u oxicorte que funcionan con este gas.

Si se calienta a  $512\text{ }^\circ\text{C}$ ,<sup>3</sup> el hidróxido de calcio se descompone en óxido de calcio y agua. La solución de hidróxido de calcio en agua es una base fuerte que reacciona violentamente con ácidos y ataca varios metales. Se enturbia en presencia de dióxido de carbono por la precipitación de carbonato de calcio.

##### **Apagado de la Cal**

El óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ) obtenido en la calcinación de la caliza reacciona inmediatamente con el agua, transformándose en hidróxido de calcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ). Este fenómeno se conoce como hidratación o apagado de la cal viva ( $\text{CaO}$ ).

En el apagado se libera una gran cantidad de calor según la siguiente reacción:



El apagado de la cal viva puede hacerse de tres formas:

Apagado con poca agua: se llama hidratación seca y se hace con la cantidad estequiométrica de agua. El producto obtenido es un polvo seco.

Apagado con una cantidad media de agua: se hace con una inmersión o inundación de la cal con el agua. El producto resultante es una pasta de cal.<sup>4</sup>

Apagado con abundante agua: Se obtiene la suspensión o lechada de cal.

El hidróxido de calcio ocupa un volumen, aproximadamente, un 20 % mayor que el correspondiente al óxido de calcio original, por lo que se produce un efecto expansivo, de tal modo que un terrón de cal viva se transforma en cal hidratada pulverulenta o en una pasta más o menos consistente de acuerdo con la cantidad de agua utilizada para el apagado.

Los procesos modernos de fabricación industrial de la cal apagada consiguen el apagado total de la cal viva.

Como información adicional, el hidróxido de calcio absorbe el dióxido de carbono del aire (recarbonatación) para formar carbonato de calcio (que es un material común en la naturaleza), cerrándose así el denominado Ciclo de la Cal.

### **Aplicaciones de la cal hidratada**

La cal hidratada se emplea en:

#### **Industria**

**Metalúrgica:** En la producción de magnesio se pueden utilizar dos tipos de procesos de fabricación: proceso electrolítico o proceso de reducción térmica, en el proceso electrolítico se utiliza cal hidratada.

**Química:** En mezclas de pesticidas; en el proceso para la neutralización de ácido sobrante, en la industria petrolera; en la manufactura de aditivos para el petróleo crudo; en la industria petroquímica para la manufactura de aceite sólido; en la manufactura de estereato de calcio; como rellenanante y como materia prima para la obtención de carbonato de calcio precipitado (CCP ó PCC).

## **Industrias alimentarias:**

Industria azucarera (en concreto en el azúcar de caña)

Ostricultura

Piscicultura

Industria láctea

Fabricación de colas y gelatinas

Conservación de frutas y verduras: Para la eliminación del exceso de CO<sub>2</sub> en las cámaras de atmósfera controlada (AC) para la conservación de frutas y verduras (también flores)

Tratamiento del trigo y del maíz: Componente para la nixtamalización del maíz para producir tortillas.

Fabricación de la sal: Para librar una salmuera de carbonatos de calcio y magnesio en la manufactura de sal de mesa.

Para el procesamiento de agua para bebidas alcohólicas y carbonatadas

## **Farmacopea**

## **Cosmética**

## **Industria papelera**

## **Manufactura de discos de freno**

## **Manufactura de ebonita**

**Material odontológico y dental:** Material de tratamiento de los conductos radiculares Endodoncia o protección pulpar directa o indirecta en caso de restauraciones coronarias dentales (operatoria dental)

## Construcción

**Infraestructuras:** En estabilización de suelos para mejorar las propiedades de los suelos arcillosos y en mezclas bituminosas en caliente para aumentar su durabilidad.

**Edificación:** En morteros de cal,7 encalados, pinturas (para la preparación de mezclas secas para pintura y decoración, y como pintura para muchas canchas de deportes como el fútbol y el tenis), estucos y prefabricados de cal (piedra artificial de cal y bloques de tierra comprimida).

## Protección ambiental

**Tratamiento de aguas potables (potabilización):** Se emplea para ablandar, purificar, eliminar turbiedad, neutralizar la acidez y eliminar la sílice y otras impurezas con el fin de mejorar la calidad del agua que consumen las personas.

**Tratamiento de aguas residuales:** La cal se utiliza, de manera muy habitual, en los tratamientos convencionales químicos de aguas residuales industriales, básicamente, de carácter inorgánico.

La cal es un álcali fácilmente disponible, que es utilizado ampliamente en el tratamiento o línea de lodos en las plantas de depuración de aguas residuales urbanas o en aguas industriales de carácter orgánico.

**Remineralización de agua desalinizada:** La adición de cal permite realizar un acondicionamiento del agua desalinizada que puede ir desde un ajuste de pH y reducción de la agresividad, hasta la remineralización de las aguas por el aporte de calcio. La cal es imprescindible para el tratamiento final de las aguas procedentes de la desalinización del agua del mar puesto que aporta uno de los compuestos nutricionales básicos - el calcio - y es necesaria para el mantenimiento del equilibrio cal-carbónico, con el fin de evitar incrustaciones o corrosiones.

**Depuración de gases:** La cal, dependiendo del proceso, es el desulfurante más rentable y natural que elimina el anhídrido sulfuroso y otros gases ácidos (HCl, HF y NOx) de los humos industriales de incineradoras de residuos sólidos urbanos, de centrales térmicas y de la industria en general. La cal también se emplea para eliminar los compuestos orgánicos persistentes (COP) como son dioxinas y furanos, y metales pesados de incineradoras municipales e industriales.



**Tratamiento de residuos:** La cal se emplea, además de como integrante de diversos tratamientos químicos, como agente para prevenir los malos olores y la contaminación de las aguas por la lixiviación.

**Tratamiento de suelos contaminados:** Las técnicas empleadas en el tratamiento de suelos contaminados se agrupan de la manera siguiente:

Fisicoquímicos

Estabilización - solidificación

Biológicos

Térmicos

En el tratamiento o método físico-químico (que constituye un proceso de transformación del residuo mediante la adición de una serie de compuestos químicos para alcanzar el objetivo deseado), la cal se utiliza en las técnicas de neutralización, precipitación y decoloración. Con respecto a la técnica de estabilización / solidificación (cuyo principal objetivo es reducir la movilidad y solubilidad de contaminantes presentes en el suelo, disminuyendo su toxicidad y eliminando su lixiviación), existe una variante denominada "Solidificación con cal y materiales puzolánicos".

## **Agricultura**

Los usos en la agricultura<sup>8</sup> son:

**Enmienda:** Se utiliza para mejorar las características de los suelos agrícolas: acidez, porosidad y actividad biológica del suelo.

**Fertilizante:** Aporta el calcio que es un nutriente para las plantas.

**Compost:** Se emplea en la obtención de compost a partir de residuos agrarios, agroindustriales y urbanos.

**Biocida:** Se puede utilizar como biocida cuyo fin es destruir, contrarrestar, neutralizar, impedir la acción o ejercer el control de otro tipo, sobre cualquier organismo nocivo por medios químicos o biológicos.

**Alimentación animal:** La cal se utiliza como reactivo, por su alta velocidad de reacción, para la elaboración de jabones cálcicos destinados a la fabricación de aditivos y derivados de pienso animal.

Además, la cal se utiliza en suelos ácidos (subiendo su pH y aportando calcio como nutriente), modificando la composición de las praderas, permitiendo que se desarrollen especies leguminosas que presentan mejor digestibilidad para el ganado y mayor contenido proteico. Esta operación en suelos ácidos permitirá que en su composición florística aparezcan una serie de especies, entre ellas la alfalfa, reconocida por la mayor parte de los ganaderos como la reina de las forrajeras.

## **Aspectos relacionados con la salud y la seguridad**

El hidróxido de calcio no presenta toxicidad aguda vía oral, cutánea, o por inhalación. La sustancia se clasifica como irritante para la piel y para las vías respiratorias, e implica un riesgo de grave daño ocular.

No es combustible.

Respecto a la reactividad, en medio acuoso se disocia formando cationes de calcio y aniones hidroxilo.

### **4.2 Ubicación Política y Geográfica**

El proyecto se ubica en la localidad de Juan Guerra provincia de San Martín, está ubicada en la selva nororiental peruana, a 6°36'15" de latitud sur y 76°21'15" longitud oeste. Se asienta en la ladera occidental del cerro Escalera, en la cordillera Azul. Último contrafuerte de la cordillera de los Andes en el Perú, antes de que éste dé paso a la presencia del impresionante llano Amazónico, a una altura aproximada de 356 msnm, perteneciendo de esta manera a la majestuosa Selva Alta

El tramo en estudio se inicia Jirón La Unión cuadras de la 01 a la 07, Distrito de Juan Guerra, provincia y departamento de San Martín, aproximadamente, con una altitud de 330 m.s.n.m.

### **4.3 Características Actuales**

Las Inadecuadas condiciones de transitabilidad vehicular que se pueden evidenciar en el distrito como Juan Guerra lugar a realizar el proyecto de tesis, son en su mayoría por presentar suelos plásticos y expansivos en sus calles, con calzadas inadecuadas para el tránsito de los vehículos y de peatones, solo algunas calles pavimentadas y las restantes en estado de afirmado, cuentan con solo mantenimiento periódico que las hace vulnerables en épocas de lluvias, convirtiéndolas en intransitables, lo cual afecta al normal desarrollo de la vida cotidiana de los pobladores.

Esta situación se agrava con el inadecuado sistema de cunetas y alcantarillas y la existencia de suelos plásticos y expansivos para la derivación de las aguas de lluvias, todo lo cual genera la contaminación del aire debido a emisiones de partículas, también genera frecuentes accidentes de vehículos y peatones, principalmente en días de precipitación pluvial y mayores costos totales de en el transporte interno; que en suma origina el deterioro de las condiciones de vida de la población del distrito.

Estas situaciones que han permitido evidenciar la necesidad de contar con obras de mejoramiento de infraestructura vial, según el diseño vial: calzada, veredas, accesos y otras obras de arte menores, además del sistema de drenaje pluvial (cunetas y alcantarillas).

## *Descripción de las Actividades que se realizarán en el Proyecto*

### ➤ CORTE DE MATERIAL NO CLASIFICADO

#### **Descripción**

Esta partida consistirá en el corte de material no clasificado, para conseguir los niveles de fundación necesarias que se requieren para las estructuras, todo hecho de acuerdo con las presentes especificaciones y en conformidad con los alineamientos, niveles y dimensiones indicadas en los planos o como haya sido estacado y aprobado por el Supervisor.

### ➤ ELIMINACION DE MATERIAL EXEDENTE

#### **Descripción**

Consiste en el carguío y la colocación adecuada en las proximidades, del material procedente de las excavaciones hechas en obra y del material inservible que resulte excedente. El material será depositado en las proximidades donde no cree dificultades a terceros o afecte con el normal desarrollo de la obra y con previa autorización del Supervisor.

### ➤ RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO CON MAQUINARIA

#### **Descripción**

Este trabajo tiene por objeto proteger las estructuras y darle un soporte firme y continuo que asegure el adecuado comportamiento de la instalación que sirva como amortiguador del impacto de las cargas externas.

Este trabajo debe ser cuidadosamente supervisado y nunca debe ser considerado, como una simple acción de empuje del material excavado al interior de las excavaciones.

### ➤ PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE

#### **Descripción**

Consistirá en dar el acabado y compactación necesaria a la subrasante, de conformidad con las especificaciones los alineamientos, rasantes y secciones transversales mostrados en los planos.

En todo momento las cunetas y drenes al lado de la plataforma serán mantenidos limpias para lograr un drenaje eficaz de las aguas de precipitación pluvial.

➤ **SUB BASE GRANULAR**

**Descripción**

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación, mezclado, batido, y compactación de material de sub-base granular aprobado sobre una superficie preparada, en una o varias capas, cuyo espesor compactado no sea mayor a 0.20 m además según el tipo de rodillo, de conformidad con los alineamientos pendientes y dimensiones indicados en los planos del proyecto o establecidos por el Supervisor. Las consideraciones ambientales están referidas a la protección del medio ambiente durante el suministro, transporte, colocación y compactación de material de sub-base granular, previo control de calidad, grado de compactación, previo colocado de una capa anticontaminante, (arena gruesa y/o hormigón fino), luego el colocado de la capa de rodadura- Concreto hidráulico.

*Reforestación y Mitigación de Impactos Ambientales*

➤ **ARBORIZACION Y JARDINERIA**

**Descripción**

Este trabajo consiste en la preparación del suelo, siembra de semillas de césped, riego, fertilización, y colocación de cubierta de paja retenedora de humedad.

La labor está orientada a evitar procesos erosivos y evitar la ocurrencia de procesos geodinámicas que pueden afectar la flora.

La aplicación de este trabajo se producirá sobre las áreas del proyecto y en los sitios indicados en los planos y documentos del proyecto o determinados por el Supervisor.

➤ **PLAN DE CAPACITACION AMBIENTAL**

**Descripción**

Es necesario considerar en el proyecto la capacitación del personal en aspectos ambientales, de salud y seguridad, para prevenir impactos negativos y cumplir con los estándares ambientales trazados. El Plan de Capacitación Ambiental contiene los lineamientos de capacitación específicos para cada una de las actividades del proyecto. La participación plena y consciente de todos los involucrados, permitirá asegurar el cuidado y la continuidad de los ecosistemas existentes en el área de influencia del proyecto.

El personal del proyecto recibirá capacitación general sobre los procedimientos de salud, protección ambiental, y seguridad industrial desarrollados para el proyecto. Los trabajadores serán capacitados específicamente en los procedimientos de las actividades en las que participen. No se permitirá que los trabajadores sin capacitación específica realicen actividades peligrosas o de riesgo ambiental.

## **VII. Conclusiones**

- 8.1 El objetivo es determinar los componentes ambientales sensibles que serán afectados por la actividad de beneficio y al mismo tiempo desarrollar medidas correctivas para controlar, mitigar y remediar los posibles daños.
- 8.2 La correcta implementación de las medidas de mitigación, minimizaran los impactos ambientales negativos identificados en la etapa constructiva.
- 8.3 Los elementos ambientales que sufren impactos adversos significativos son el aire y el suelo. A este último se le identifica (en algunos casos) un impacto adverso significativo, más por el valor ambiental que por el daño que puede sufrir durante las actividades de construcción.
- 8.4 Las condiciones laborales se verán impactadas positivamente en todos los casos por la demanda de mano de obra local, para las acciones correspondientes a la construcción y mantenimiento de las obras.
- 8.5 El estudio de Impacto ambiental realizado en el proyecto, permite concluir que no existen conflictos ambientales relevantes que impida la ejecución de las obras o que requieran los cambios importantes en su planteo.
- 8.6 Se concluye que el material a utilizar en el proyecto como estabilizador de la subrasante (Cal Hidrata) está permitida para proyectos de construcción. El Manual de Carreteras – Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG – 2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, habla en el Capítulo III Afirmados – Sección 301.B Suelos Estabilizados con Cal. Debido a este manual podemos constatar que la Cal Hidrata no afecta en la estabilización de la subrasante de una vía, no presenta factores contaminantes en su proceso constructivo, ya que después de aplicar la cal en la subrasante natural, esta contara con una capa de arena y/o hormigón 5.00cm(Capa anticontaminante), luego de esta vendrá el pavimento rígido 20.00 cm, se concluye que el material cal hidratada no generara entes contaminantes, ni en el suelo ni en el aire.

## **VIII. Recomendaciones**

- 9.1 El contratista del proyecto, encargado de la etapa de construcción debe comprometerse a cumplir con las recomendaciones y medidas contempladas en el Plan de Manejo Ambiental, establecido en el presente estudio, ya que de esto dependerá que no exista en el futuro conflictos con la población y organismos ambientales gubernamentales y no gubernamentales.
- 9.2 Apoyar planes y programas de educación ambiental, para difundir el uso sostenible de los recursos naturales y el medio ambiente del lugar.
- 9.3 Generar mecanismos de acción que permitan optimizar el mantenimiento de las mejores condiciones ambientales logradas.

**COMPARACIÓN DE COSTOS Y  
PRESUPUESTOS (EN 1M2 DE DISEÑO  
DE PAVIMENTO RÍGIDO CON Y SIN LA  
APLICACIÓN DE CAL)**

**COMPARACIÓN DE COSTOS Y  
PRESUPUESTOS (EN 1M2 DE DISEÑO  
DE PAVIMENTO RÍGIDO SIN LA  
APLICACIÓN DE CAL)**



# **ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0701001 2ª APLICACION DE CAL EN LA SUB RASANTE PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL JIRON LA UNION -JUAN GUERRA**  
 Subpresupuesto **001 2ª MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DEL JR. PROLONGAC** Fecha presupuesto **09/03/2017**

Partida **01.01.01 TRAZO Y REPLANTEO**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **750.0000** EQ. **750.0000** Costo unitario directo por: m2 **1.41**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
014700032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0107	18.00	0.19
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0011	17.51	0.02
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0107	13.65	0.15
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0213	12.31	0.26
<b>0.62</b>						
<b>Materiales</b>						
0229060009	CAL HIDRATADA	kg		0.1000	2.50	0.25
0244010001	ESTACA DE MADERA	p2		1.8000	0.15	0.27
0254010001	PINTURA ESMALTE SINTETICO	m2		0.0015	38.00	0.06
<b>0.58</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.62	0.03
0337600040	NIVEL DE PRECISION	hm	1.0000	0.0107	6.25	0.07
0349880003	TEODOLITO	hm	1.0000	0.0107	10.00	0.11
<b>0.21</b>						

Partida **01.02.01 CORTE SUPERFICIAL CON MAQUINARIA**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **480.0000** EQ. **480.0000** Costo unitario directo por: m3 **3.07**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0017	17.51	0.03
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0167	12.31	0.21
0147010020	CONTROLADOR	hh	1.0000	0.0167	13.00	0.22
<b>0.46</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.46	0.02
0349080097	TRACTOR D7 - G	hm	1.0000	0.0167	155.00	2.59
<b>2.61</b>						

Partida **01.02.02 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **750.0000** EQ. **750.0000** Costo unitario directo por: m3 **4.70**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Subpartidas</b>						
901102010106	CARGUIO	m3		1.0000	1.98	1.98
901102010107	TRANSPORTE	m3		1.0000	2.72	2.72
<b>4.70</b>						

Partida **01.02.03 PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE CORTE.**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **2,500.0000** EQ. **2,500.0000** Costo unitario directo por: m2 **1.18**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0032	17.51	0.06
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0032	13.65	0.04
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0128	12.31	0.16
<b>0.26</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.26	0.01
0348040003	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	hm	0.5000	0.0016	130.00	0.21
0349030076	RODILLO LISO VIBR. 101-135HP 10-12 ton	hm	0.5000	0.0016	150.00	0.24
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0032	145.00	0.46
<b>0.92</b>						

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0701001 2\*APLICACION DE CAL EN LA SUB RASANTE PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL JIRON LA UNION -JUAN GUERRA  
Subpresupuesto 001 2\*MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DEL JR. PROLONGAC Fecha presupuesto 09/03/2017

Partida 01.03.01 PREPARACION DE MATERIAL DE SUB BASE

Rendimiento m3/DIA MO. 2,000.0000 EQ. 2,000.0000 Costo unitario directo por: m3 84.75

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hb	0.1000	0.0004	17.51	0.01
0147010004	PEON	hb	2.0000	0.0080	12.31	0.10
<b>0.11</b>						
<b>Materiales</b>						
0205000042	PIEDRA CHANCADA DE 1"	m3		1.0000	80.00	80.00
0205300073	MATERIAL LIGANTE	m3		0.1000	40.00	4.00
<b>84.00</b>						
<b>Equipos</b>						
0349040008	CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 yd3	hm	1.0000	0.0040	160.00	0.64
<b>0.64</b>						

Partida 01.03.02 TRANSPORTE DE MATERIAL DE SUB BASE Y BASE A OBRA.

Rendimiento m3/DIA MO. 480.0000 EQ. 480.0000 Costo unitario directo por: m3 5.90

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010020	CONTROLADOR	hb	1.0000	0.0167	13.00	0.22
<b>0.22</b>						
<b>Equipos</b>						
0348040036	CAMION VOLQUETE 15 m3	hm	1.0000	0.0167	180.00	3.01
0349040008	CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 yd3	hm	1.0000	0.0167	160.00	2.67
<b>5.68</b>						

Partida 01.03.03 CONFORMACION Y COMPACTACION DE LA SUB BASE e=6"

Rendimiento m2/DIA MO. 2,530.0000 EQ. 2,530.0000 Costo unitario directo por: m2 18.67

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hb	0.1000	0.0003	17.51	0.01
0147010004	PEON	hb	4.0000	0.0126	12.31	0.16
<b>0.17</b>						
<b>Materiales</b>						
0205010039	MATERIAL DE SUB BASE	m3		0.1800	95.00	17.10
0239050000	AGUA	m3		0.0150	2.00	0.03
<b>17.13</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.17	0.01
0348040003	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	hm	1.0000	0.0032	130.00	0.42
0349030076	RODILLO LISO VIBR. 101-135HP 10-12 ton	hm	1.0000	0.0032	150.00	0.48
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0032	145.00	0.46
<b>1.37</b>						

Partida 01.03.04 CAPA ANTICONTAMINANTE E=0.05m

Rendimiento m2/DIA MO. 60.0000 EQ. 60.0000 Costo unitario directo por: m2 16.22

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hb	0.8000	0.1067	15.92	1.70
0147010001	CAPATAZ	hb	0.0800	0.0107	17.51	0.19
0147010002	OPERARIO	hb	0.4001	0.0533	15.92	0.85
0147010004	PEON	hb	3.2000	0.4267	12.31	5.25
<b>7.99</b>						
<b>Materiales</b>						
0205010000	AFIRMADO	m3		0.1300	50.00	6.50
<b>6.50</b>						
<b>Equipos</b>						

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0701001 2ª APLICACION DE CAL EN LA SUB RASANTE PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL JIRON LA UNION -JUAN GUERRA**  
 Subpresupuesto **001 2ª MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DEL JR. PROLONGAC** Fecha presupuesto **09/03/2017**

0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	7.99	0.40
0349030001	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	hm	1.6001	0.2133	6.25	1.33
						<b>1.73</b>

Partida	<b>01.03.05</b>	<b>JUNTAS DE DILATACION, ASFALTICA e=1"</b>				
Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>MO. 75.0000</b>	<b>EQ. 75.0000</b>	Costo unitario directo por: ml		<b>5.46</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0003	0.1067	15.92	1.70
0147010004	PEON	hh	1.0003	0.1067	12.31	1.31
						<b>3.01</b>
<b>Materiales</b>						
0204000008	ARENA	m3		0.0030	50.00	0.15
0220010003	CEMENTO ASFALTICO 85/100	gal		0.2340	9.20	2.15
						<b>2.30</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	3.01	0.15
						<b>0.15</b>

Partida	<b>01.03.06</b>	<b>CONCRETO f'c=210 kg/cm2</b>				
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>MO. 20.0000</b>	<b>EQ. 20.0000</b>	Costo unitario directo por: m3		<b>346.82</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0400	17.51	0.70
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.92	12.74
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	13.65	5.46
0147010004	PEON	hh	9.0000	3.6000	12.31	44.32
						<b>63.22</b>
<b>Materiales</b>						
0205000042	PIEDRA CHANCADA DE 1"	m3		0.5000	80.00	40.00
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5000	50.00	25.00
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bs		8.5000	24.00	204.00
0239050000	AGUA	m3		0.2200	2.00	0.44
						<b>269.44</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	63.22	3.16
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11p3	hm	1.0000	0.4000	20.00	8.00
0349070003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	0.5000	0.2000	15.00	3.00
						<b>14.16</b>

Partida	<b>01.03.07</b>	<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO LOSA</b>				
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>MO. 12.0000</b>	<b>EQ. 12.0000</b>	Costo unitario directo por: m2		<b>35.98</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	17.51	1.17
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	15.92	10.61
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	13.65	9.10
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.6667	12.31	8.21
						<b>29.09</b>
<b>Materiales</b>						
0202000023	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.1100	4.20	0.46
0202010023	CLAVOS PARA MADERA	kg		0.3000	4.50	1.35
0243040006	MADERA PARA ENCOFRADO	p2		1.2100	3.00	3.63
						<b>5.44</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	29.09	1.45
						<b>1.45</b>



**PRECIOS Y CANTIDADES DE  
RECURSOS REQUERIDOS POR TIPO**

### Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Obra	0701001	APLICACION DE CAL EN LA SUB RASANTE PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL JIRON LA UNION -JUAN GUERRA			
Subpresupuesto	001				
Fecha	09/01/2017				
Lugar	220908	SAN MARTIN - SAN MARTIN - JUAN GUERRA			
<b>MANO DE OBRA</b>					
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	0.1067	15.92	1.70
0147000032	TOPOGRAFO	hh	0.0214	18.00	0.39
0147010001	CAPATAZ	hh	0.0942	17.51	1.65
0147010002	OPERARIO	hh	1.8534	15.92	29.51
0147010003	OFICIAL	hh	0.7545	13.65	10.30
0147010004	PEON	hh	2.7376	12.31	33.70
0147010020	CONTROLADOR	hh	0.0175	13.00	0.23
					<b>77.48</b>
<b>MATERIALES</b>					
0202000023	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg	0.1100	4.20	0.46
0202010023	CLAVOS PARA MADERA	kg	0.3000	4.50	1.35
0203020003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	1.2400	2.83	3.51
0204000008	ARENA	m3	0.0060	50.00	0.30
0205000042	PIEDRA CHANCADA DE 1"	m3	0.2250	80.00	18.00
0205010000	AFIRMADO	m3	0.1300	50.00	6.50
0205010004	ARENA GRUESA	m3	0.0750	50.00	3.75
0205010039	MATERIAL DE SUB BASE	m3	0.1800	95.00	17.10
0205300073	MATERIAL LIGANTE	m3	0.0150	40.00	0.60
0220010003	CEMENTO ASFALTICO 85/100	gal	0.4680	9.20	4.31
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls	1.2750	24.00	30.60
0229060009	CAL HIDRATADA	kg	0.2000	2.50	0.50
0239050000	AGUA	m3	0.0480	2.00	0.10
0243040006	MADERA PARA ENCOFRADO	p2	1.2100	3.00	3.63
0244010001	ESTACA DE MADERA	p2	3.6000	0.15	0.54
0254010001	PINTURA ESMALTE SINTETICO	m2	0.0030	38.00	0.11
					<b>91.36</b>
<b>EQUIPOS</b>					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			2.73
0337530074	CORDEL	ML	0.0200	0.20	0.00
0337600040	NIVEL DE PRECISION	hm	0.0214	6.25	0.13
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11p3	hm	0.0600	20.00	1.20
0348040003	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	hm	0.0065	130.00	0.85
0348040036	CAMION VOLQUETE 15 m3	hm	0.0098	180.00	1.76
0349030001	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	hm	0.2133	6.25	1.33
0349030076	RODILLO LISO VIBR. 101-135HP 10-12 ton	hm	0.0064	150.00	0.96
0349040008	CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 yd3	hm	0.0091	160.00	1.46
0349070003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	0.0300	15.00	0.45
0349080097	TRACTOR D7 - G	hm	0.0084	155.00	1.30
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	0.0096	145.00	1.39
0349880003	TEODOLITO	hm	0.0214	10.00	0.21
					<b>13.77</b>
<b>Total</b>				<b>S/.</b>	<b>182.61</b>

# **PRESUPUESTO**



### Presupuesto

Presupuesto 0701001 APLICACION DE CAL EN LA SUB RASANTE PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL JIRON LA UNION -JUAN GUERRA

Subpresupuesto 001 APLICACION DE CAL EN LA SUB RASANTE PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL JIRON LA UNION -JUAN GUERRA

Cliente TESISTA: BACH. ING. CIVIL VELARDE PEZO LOPEZ Costo al 09/01/2017

Lugar SAN MARTIN - SAN MARTIN - JUAN GUERRA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>PAVIMENTO RIGIDO SIN CAL</b>				<b>182.56</b>
01.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>2.82</b>
01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	2.00	1.41	2.82
01.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>6.25</b>
01.02.01	CORTE SUPERFICIAL CON MAQUINARIA	m3	0.50	3.07	1.54
01.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	0.50	4.70	2.35
01.02.03	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE CORTE.	m2	2.00	1.18	2.36
01.03	<b>PAVIMENTO</b>				<b>173.49</b>
01.03.01	PREPARACION DE MATERIAL DE SUB BASE	m3	0.15	84.75	12.71
01.03.02	TRANSPORTE DE MATERIAL DE SUB BASE Y BASE A OBRA.	m3	0.15	5.90	0.89
01.03.03	CONFORMACION Y COMPACTACION DE LA SUB BASE e=6"	m2	1.00	18.67	18.67
01.03.04	CAPA ANTICONTAMINANTE E=0.05m	m2	1.00	16.22	16.22
01.03.05	JUNTAS DE DILATACION, ASFALTICA e=1"	ml	2.00	5.46	10.92
01.03.06	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	0.15	346.82	52.02
01.03.07	ENCOFRADO Y DESENCOFADO LOSA	m2	1.00	35.98	35.98
01.03.08	ACERO Fy=4200Kg/cm2 de 1/2" PARA JUNTA DE DILATACION	kg	2.00	13.04	26.08
	<b>Costo Directo</b>				<b>182.56</b>

**SON : CIENTO OCHENTIDOS Y 56/100 NUEVOS SOLES**

Fecha : 10/01/2017 10:44:20 a.m.

**COMPARACIÓN DE COSTOS Y  
PRESUPUESTOS (EN 1M2 DE DISEÑO  
DE PAVIMENTO RÍGIDO CON LA  
APLICACIÓN DE CAL)**

# **ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0405001 APLICACION DE CAL EN LA SUB RASANTE PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL JIRON LA UNION -JUAN GUERRA  
 Subpresupuesto 001 APLICACION DE CAL EN LA SUB RASANTE PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGID Fecha presupuesto 07/03/2017

Partida	01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 750.0000	EQ. 750.0000			Costo unitario directo por: m2		1.27
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	<b>Mano de Obra</b>							
014700032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0107	18.00	0.19		
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0011	17.51	0.02		
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0107	13.65	0.15		
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0107	12.31	0.13		
						<b>0.49</b>		
	<b>Materiales</b>							
0229060009	CAL HIDRATADA	kg		0.1000	2.50	0.25		
0244010001	ESTACA DE MADERA	p2		1.8000	0.15	0.27		
0254010001	PINTURA ESMALTE SINTETICO	m2		0.0015	38.00	0.06		
						<b>0.58</b>		
	<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.49	0.02		
0337600040	NIVEL DE PRECISION	hm	1.0000	0.0107	6.25	0.07		
0349880003	TEODOLITO	hm	1.0000	0.0107	10.00	0.11		
						<b>0.20</b>		
Partida	01.02.01	EXCARIFICADO, BATIDO Y PERFILADO DE SUBRASANTE						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 2,500.0000	EQ. 2,500.0000			Costo unitario directo por: m2		19.56
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0003	17.51	0.01		
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0032	13.65	0.04		
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0064	12.31	0.08		
						<b>0.13</b>		
	<b>Materiales</b>							
0229060009	CAL HIDRATADA	kg		7.5000	2.50	18.75		
						<b>18.75</b>		
	<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.13	0.01		
0348040003	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	hm	0.5000	0.0016	130.00	0.21		
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0032	145.00	0.46		
						<b>0.68</b>		
Partida	01.03.01	CAPA ANTICONTAMINANTE E=0.05m						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 60.0000	EQ. 60.0000			Costo unitario directo por: m2		13.24
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	<b>Mano de Obra</b>							
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	0.5000	0.0667	15.92	1.06		
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0133	17.51	0.23		
0147010002	OPERARIO	hh	0.5000	0.0667	15.92	1.06		
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.2667	12.31	3.28		
						<b>5.63</b>		
	<b>Materiales</b>							
0205010000	AFIRMADO	m3		0.1300	50.00	6.50		
						<b>6.50</b>		
	<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	5.63	0.28		
0349030001	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	hm	1.0000	0.1333	6.25	0.83		
						<b>1.11</b>		
Partida	01.03.02	JUNTAS DE DILATACION, ASFALTICA e=1"						
Rendimiento	ml/DIA	MO. 75.0000	EQ. 75.0000			Costo unitario directo por: ml		5.46

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0405001 APLICACION DE CAL EN LA SUB RASANTE PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL JIRON LA UNION -JUAN GUERRA  
 Subpresupuesto 001 APLICACION DE CAL EN LA SUB RASANTE PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO Fecha presupuesto 07/03/2017

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.1067	15.92	1.70
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.1067	12.31	1.31
<b>3.01</b>						
<b>Materiales</b>						
0204000008	ARENA	m3		0.0030	50.00	0.15
0220010003	CEMENTO ASFALTICO 85/100	gal		0.2340	9.20	2.15
<b>2.30</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	3.01	0.15
<b>0.15</b>						

Partida 01.03.03 CONCRETO f'c=210 kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por: m3 **346.82**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0400	17.51	0.70
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	15.92	12.74
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	13.65	5.46
0147010004	PEON	hh	9.0000	3.6000	12.31	44.32
<b>63.22</b>						
<b>Materiales</b>						
0205000042	PIEDRA CHANCADA DE 1"	m3		0.5000	80.00	40.00
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5000	50.00	25.00
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		8.5000	24.00	204.00
0239050000	AGUA	m3		0.2200	2.00	0.44
<b>269.44</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	63.22	3.16
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11p3	hm	1.0000	0.4000	20.00	8.00
0349070003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	0.5000	0.2000	15.00	3.00
<b>14.16</b>						

Partida 01.03.04 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO LOSA

Rendimiento m2/DIA MO. 12.0000 EQ. 12.0000 Costo unitario directo por: m2 **35.98**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	17.51	1.17
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	15.92	10.61
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	13.65	9.10
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.6667	12.31	8.21
<b>29.09</b>						
<b>Materiales</b>						
0202000023	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.1100	4.20	0.46
0202010023	CLAVOS PARA MADERA	kg		0.3000	4.50	1.35
0243040006	MADERA PARA ENCOFRADO	p2		1.2100	3.00	3.63
<b>5.44</b>						
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	29.09	1.45
<b>1.45</b>						

Partida 01.03.05 ACERO Fy=4200Kg/cm2 de 1/2" PARA JUNTA DE DILATAACION

Rendimiento kg/DIA MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por: kg **13.04**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	15.92	6.37
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.4000	12.31	4.92

Fecha : 10/01/2017 10:36:31a.m.

**Análisis de precios unitarios**

Presupuesto	0405001	APLICACION DE CAL EN LA SUB RASANTE PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL JIRON LA UNION -JUAN GUERRA				
Subpresupuesto	001	APLICACION DE CAL EN LA SUB RASANTE PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGID			Fecha presupuesto	07/01/2017
						<b>11.29</b>
		<b>Materiales</b>				
0203020003		ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	0.6200	2.83	1.75
						<b>1.75</b>

**PRECIOS Y CANTIDADES DE  
RECURSOS REQUERIDOS POR TIPO**

### Precios y Cantidades de Recursos requeridos por tipo

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Obra	0405001	APLICACION DE CAL EN LA SUB RASANTE PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL JIRON LA UNION -JUAN GUERRA			
Subpresupuesto	001	APLICACION DE CAL EN LA SUB RASANTE PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL JIRON LA UNION -JUAN			
Fecha	07/03/2017				
Lugar	220908	SAN MARTIN - SAN MARTIN - JUAN GUERRA			
<b>MANO DE OBRA</b>					
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	0.0667	15.92	1.06
0147000032	TOPOGRAFO	hh	0.0214	18.00	0.39
0147010001	CAPATAZ	hh	0.0890	17.51	1.56
0147010002	OPERARIO	hh	1.8832	15.92	29.98
0147010003	OFICIAL	hh	0.7566	13.65	10.33
0147010004	PEON	hh	2.5812	12.31	31.77
					<b>75.09</b>
<b>MATERIALES</b>					
0202000023	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg	0.1100	4.20	0.46
0202010023	CLAVOS PARA MADERA	kg	0.3000	4.50	1.35
0203020003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	1.2400	2.83	3.51
0204000008	ARENA	m3	0.0060	50.00	0.30
0205000042	PIEDRA CHANCADA DE 1"	m3	0.0850	80.00	6.80
0205010000	AFIRMADO	m3	0.1300	50.00	6.50
0205010004	ARENA GRUESA	m3	0.0850	50.00	4.25
0220010003	CEMENTO ASFALTICO 85/100	gal	0.4680	9.20	4.31
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls	1.4450	24.00	34.68
0229060009	CAL HIDRATADA	kg	1.3250	2.50	3.31
0239050000	AGUA	m3	0.0374	2.00	0.07
0243040006	MADERA PARA ENCOFRADO	p2	1.2100	3.00	3.63
0244010001	ESTACA DE MADERA	p2	3.6000	0.15	0.54
0254010001	PINTURA ESMALTE SINTETICO	m2	0.0030	38.00	0.11
					<b>69.82</b>
<b>EQUIPOS</b>					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			2.62
0337530074	CORDEL	ML	0.0200	0.20	0.00
0337600040	NIVEL DE PRECISION	hm	0.0000	6.25	0.00
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11p3	hm	0.0680	20.00	1.36
0348040003	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	hm	0.0002	130.00	0.03
0349030001	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	hm	0.1333	6.25	0.83
0349070003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	0.0340	15.00	0.51
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	0.0005	145.00	0.07
0349880003	TEODOLITO	hm	0.0214	10.00	0.21
					<b>5.63</b>
<b>Total</b>				<b>S/.</b>	<b>150.54</b>



# **PRESUPUESTO**

### Presupuesto

Presupuesto **0405001** APLICACION DE CAL EN LA SUB RASANTE PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL JIRON LA UNION -JUAN GUERRA

Subpresupuesto **001** APLICACION DE CAL EN LA SUB RASANTE PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL JIRON LA UNION -JUAN GUERRA

Cliente **TESISTA: BACH. ING. CIVIL VELARDE PEZO LOPEZ** Costo al **07/01/2017**

Lugar **SAN MARTIN - SAN MARTIN - JUAN GUERRA**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
<b>01</b>	<b>PAVIMENTO RIGIDO CON CAL</b>				<b>150.69</b>
<b>01.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>2.58</b>
01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	2.00	1.27	2.54
<b>01.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>2.93</b>
01.02.01	EXCARIFICADO, BATIDO Y PERFILADO DE SUBRASANTE	m2	0.15	19.56	2.93
<b>01.03</b>	<b>PAVIMENTO</b>				<b>145.18</b>
01.03.01	CAPA ANTICONTAMINANTE E=0.05m	m2	1.00	13.24	13.24
01.03.02	JUNTAS DE DILATACION, ASFALTICA e=1"	ml	2.00	5.46	10.92
01.03.03	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	0.17	346.82	58.96
01.03.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO LOSA	m2	1.00	35.98	35.98
01.03.05	ACERO Fy=4200Kg/cm2 de 1/2" PARA JUNTA DE DILATACION	kg	2.00	13.04	26.08
	<b>Costo Directo</b>				<b>150.69</b>

**SON : CIENTO CINCUENTA Y 69/100 NUEVOS SOLES**

# PAVIMENTO SIN CAL

HOJA DE METRADOS								
Presupues	MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD JR LA UNION C 1,2,3,4,5,6,7							
Ciente								
Lugar	DISTRITO DE JUAN GUERRA							
Item	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	MEDIDAS			PARC.	TOTAL
				L	A	H		
1.00	EXPLANACIONES							
1.10	CORTE DE MATERIAL SUELTO RENDIMIENTO=400 m3/dia	m3	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	0.50
1.20	PERFILADO Y COMPACTACION DE SUB RASANTE	M2	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00
1.30	MATERIAL DE BASE	M3	1.00	1.00	1.00	0.15	0.15	0.15
1.40	CAPA ANTICONTAMINANTE	m3	1.00	1.00	1.00	0.15	0.05	0.05
1.50	CONCRETO FC 210 KG/CM2	M3	1.00	1.00	1.00	0.1525	0.1525	0.1525

CONCRETO FC 210 Kg / cm2	15.25	cm
anticontaminante	5.00	cm
sub base	15.00	cm





**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE  
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL  
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 1

Yo, **VELARDE PEZO LOPEZ**, identificado con DNI N° **45074064**, egresado de la Escuela Profesional de INGENIERIA CIVIL de la Universidad César Vallejo, autorizo (X) , No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado **"APLICACIÓN DE CAL EN SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO, EN JIRON LA UNION, JUAN GUERRA - SAN MARTIN, 2016"**; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

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

  
\_\_\_\_\_  
FIRMA

DNI: 45074064

FECHA: 11 de Agosto del 2018

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

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) **Velarde Pezo López** cuyo título es: **"APLICACIÓN DE CAL EN SUBRASANTE PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO, EN JIRON LA UNION, JUAN GUERRA – SAN MARTIN, 2016"**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 15, QUINCE.

Tarapoto, 23 de 12 del 2017

  
**IVAN REATEGUI ACEDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 72705  
 .....  
 PRESIDENTE

  
**Orlando Mago Chávez**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 115666  
 .....  
 SECRETARIO

  
  
**Ing. Benjamín López Cahuaza**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. N° 73365  
 .....  
 VOCAL

  
  
**Mg. Zaidith N. Garrido Campaña**  
 DIRECTORA DEL PROGRAMA DE ESTUDIO  
 INGENIERIA CIVIL - UCV


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



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD  
DE TESIS**

Código : F06-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 1

Yo, Mg. ZADITH N. GARRIDO CAMPAÑA.....  
....., docente de la Facultad DE INGENIERIA..... y Escuela  
Profesional INGENIERIA CIVIL..... de la Universidad César  
Vallejo, filial Tarapoto, revisor (a) de la tesis titulada

" APLICACION DE CAL EN SUBRASANTE PARA EL DISEÑO  
DE PAVIMENTO RIGIDO EN JIRON LA UNION, JUAN GUERRA  
SAN - MARTIN, 2016"  
.....

.....", del (de la) estudiante  
VELARDE PEZO LÓPEZ  
....., constato que la investigación tiene un índice de similitud de .19...% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

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

Lugar y fecha. TARAPOTO 10 DE AGOSTO DE 2018



Mg. Zadith N. Garrido Campaña  
DIRECTORA DEL PROGRAMA DE ESTUDIO  
.....  
Mg. Zadith N. Garrido Campaña,  
Firma

**Nombres y apellidos del (de la) docente**  
DNI: 43235341.....

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



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Aplicación de cal en subrasante para el diseño de pavimento rígido, en el jirón La Unión, Juan Guerra-San Martín, 2016”**

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

**AUTOR:**

**Velarde Pezo López**

**ASESOR:**

**Ing. Benjamín López Cahuaza**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**Diseño de infraestructura vial**

**TARAPOTO – PERÚ**

**2016**

