



Universidad Científica del Perú - UCP

*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**“PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON
SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO –
SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019”**

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

AUTOR: BACH. TANG MONDRAGÓN WILSER

ASESOR: ING. KELER HUMBERTO PANDURO TORRES, Mg.

Tarapoto – San Martín – San Martín- Perú

2019

DEDICATORIA

Tengo el deseo de dedicar este grandísimo logro, en primer lugar, a Dios quien me ha colmado de inteligencia, fortaleza y esperanza para alcanzar este anhelo, y por ser el guía que me acompañará a recorrer mi vida personal y profesional.

A mis padres, Luzmila y Malaquías; por dedicar su constante apoyo, en ayudarme a lograr materializar este presente, y por decirme que con constancia se puede lograr muchas metas.

A mis hermanos; Kevin, Lucia, Paolo y Karen, los que nunca se pusieron en duda del logro que iba a conseguir, y de forma muy especial a mi abuelita Baciliza por su aliento de apoyo incondicional.

¡Este logro es para ustedes!

AGRADECIMIENTO

A: Dios

Por ser el instructor perfecto de mi camino, y haberme permitido dar un paso de gigante en mi vida, brindándome salud para alcanzar mis metas.

A: Mis Padres y Familiares

Por brindarme el apoyo incondicional económico y de esfuerzo para lograr una meta de muchas de las que me propongo en la vida.

A: Mi Alma Mater

Universidad Científica del Perú, por la formación y enseñanza impartidas a través de grandes docentes que me ayudaron para un buen desempeño profesional.

A: Mi Asesor Ing. Keler Humberto P.T

Por su constante motivación y orientación para el desarrollo del presente informe, mostrándose siempre como un factor importante para saciarme de conocimiento.

¡Este logro es gracias a ustedes!



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Con Resolución Decanal N°197-2019-UCP-FCEI-D del 16 de abril del 2019, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador y Dictaminador de la Sustentación de Tesis a los Señores:

- Ing. Joel Padilla Maldonado, M.Sc. Presidente
- Ing. Andrés Pinedo Delgado, Mg. Miembro
- Ing. Enrique Napoleón Martínez Quiroz, M.Sc. Miembro

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 17:30 horas del día Jueves 01 de agosto de 2019, en las instalaciones de la UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **"PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTIN – SAN MARTIN; 2019"**

Presentado por el sustentante:

WILSER TANG MONDRAGON

Como requisito para optar el título profesional de: **Ingeniero Civil**

Luego de escuchar la Sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: ABSUELTAS

El jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La Sustentación es: APROBADA CUM LAUDE

En fe de lo cual los miembros del jurado firman el acta.

Presidente

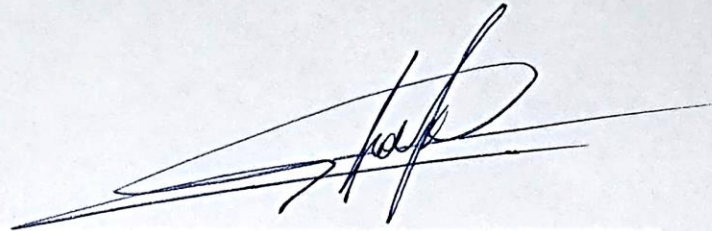
Miembro

Miembro

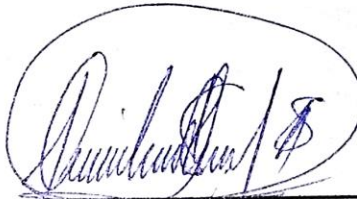
CALIFICACIÓN: Aprobado (a) Suma Cum Laude : 19 – 20
Aprobado (a) Magna Cum Laude : 17 – 18
Aprobado (a) Cum Laude : 15 – 16
Aprobado (a) : 13 – 14
Desaprobado (a) : 00 – 12

APROBACIÓN

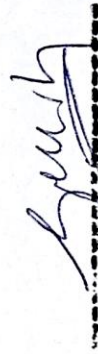
Tesis sustentada en acto público el día 01 de agosto a las 5:30 pm del 2019.



ING. JOEL PADILLA MALDONADO, M. Sc.
PRESIDENTE DEL JURADO



ING. ANDRÉS PINEDO DELGADO, Mg.
MIEMBRO DEL JURADO



ING. KELER H. PANDO TORRES (Mg)
REG CIP N° 50910



ING. ENRIQUE NAPOLEÓN MARTÍNEZ QUIROZ, M. Sc.
MIEMBRO DEL JURADO

2.2. Población y muestra.....	65
2.3. Técnica, Instrumentos y Procedimientos de Recolección de Datos	65
2.3.1. Técnicas de Recolección de Datos	65
2.3.2. Instrumentos de Recolección de Datos	66
2.3.3. Procedimientos de Recolección de Datos.....	66
2.4. Procesamiento de los Datos.....	67
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	68
3.1. Resultados.....	68
3.2. Discusión	78
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	80
4.1. Conclusiones.....	80
4.2. Recomendaciones.....	81
CAPÍTULO V: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
CAPÍTULO VI: ANEXOS	84
6.1 Instrumento de recolección de datos	84
6.2 Matriz de consistencia	235
6.3 Matriz De Operacionalización De Variables.....	237
6.4 Panel fotográfico	238

INDICE DE CUADROS

N°	TÍTULO	Pag.
Cuadro N° 01:	Característica de la subrasante	09
Cuadro N° 02:	Clasificación de suelos según Tamaño de partículas	11
Cuadro N° 03:	Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad	11
Cuadro N° 04:	Clasificación de suelos según Equivalente de Arena	12
Cuadro N° 05:	Clasificación de suelos según Índice de Grupo	13
Cuadro N° 06:	Correlación de Tipos de suelos AASHTO - SUCS	14
Cuadro N° 07:	Rango de uso de cemento de acuerdo al tipo de suelo.....	26
Cuadro N° 08:	Abertura de Tamices generales.....	33
Cuadro N° 09:	Peso mínimo de acuerdo a las partidas retenidas.....	34
Cuadro N° 10:	Aparato manual para limite líquido	45
Cuadro N° 11:	Penetraciones definidas para el ensayo.....	54
Cuadro N° 12:	Valores recomendados de Nivel de confiabilidad para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según rango de Tráfico.....	57
Cuadro N° 13:	Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Zr) - Para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) Según el Nivel de confiabilidad seleccionado y el Rango de Tráfico	58
Cuadro N° 14:	Índice de Serviciabilidad inicial (Pi)-Según Rango de Tráfico ..	59
Cuadro N° 15:	Índice de Serviciabilidad final (Pt)-Según Rango de Tráfico.....	60
Cuadro N° 16:	Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento ai	61
Cuadro N° 17:	Calidad de Drenaje	63
Cuadro N° 18:	Valores recomendados del Coeficiente de Drenaje mi Para Bases y Sub Bases granulares no tratadas en Pavimentos Flexibles.....	63
Cuadro N° 19:	Ubicación de calicatas.....	66
Cuadro N° 20:	Propiedades físicas de los suelos.....	68
Cuadro N° 21:	Clasificación de los suelos	68
Cuadro N° 22:	Propiedades mecánicas del suelo más crítico según clasificación	69
Cuadro N° 23:	Propiedades físicas de la muestra con aditivo.....	69
Cuadro N° 24:	Nueva clasificación de la muestra con aditivo	69
Cuadro N° 25:	Propiedades mecánicas de la muestra con aditivo.....	69
Cuadro N° 26:	Dosificaciones de aditivo usados en el ensayo	70
Cuadro N° 27:	Óptima cantidad de aditivo para un CBR de 40%	71
Cuadro N° 28:	Propiedades físicas del material para Sub Base granular	72
Cuadro N° 29:	Propiedades mecánicas y clasificación del material para Sub Base granular.....	72

Cuadro N° 30: Propiedades Físicas del material para Base Granular	72
Cuadro N° 31: Propiedades mecánicas y del material de Base Granular	73
Cuadro N° 32: Clasificación del material de Base Granular	73
Cuadro N° 33: Volumen del tráfico semanal	74
Cuadro N° 34: Cálculo del Número de repeticiones.....	74
Cuadro N° 35: Sumatoria de carga total del Índice Medio Diario Anual	75
Cuadro N° 36: Análisis de costos y presupuestos por m ² de Pavimento.....	78
Cuadro N° 37: Conteo de tráfico diario	208
Cuadro N° 38: Factor de corrección promedio para vehiculos ligeros (2000 - 2010).....	216
Cuadro N° 39: Factor de corrección promedio para vehiculos pesados (2000 - 2010).....	216
Cuadro N° 40: Factores de distribución y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño	218
Cuadro N° 41: Tasa de crecimiento de la población por departamento	219
Cuadro N° 42: Tasa Anual Departamental del PBI 2009/2008	219
Cuadro N° 43: Criterio para la selección de la desviacion estandar total (So)	220
Cuadro N° 44: Criterio de diseño de mezclas Marshall.....	220
Cuadro N° 45: Coeficiente estructural capa base granular triturada	220
Cuadro N° 46: Coeficiente estructural capa sub Base granular	220
Cuadro N° 47: Coeficiente Estructural Bases Tratadas con Asfalto.....	220
Cuadro N° 48: Espesores mínimos, en pulgadas en funcion de los Ejes Equivalentes	221
Cuadro N° 49: Diseño de Pavimento flexible convencional	223
Cuadro N° 50: Diseño de Pavimento flexible con aditivo	225

INDICE DE GRÁFICOS

N°	TÍTULO	Pag.
Gráfico N° 01:	Transmisión de cargas a capas inferiores	09
Gráfico N° 02:	Tipos de Estabilización de suelos.....	20
Gráfico N° 03:	Selección del porcentaje óptimo de cal método de E y G	24
Gráfico N° 04:	Ábaco para diseño de tratamiento de suelos con cal a partir del índice de plasticidad y granulometría.....	25
Gráfico N° 05:	Curva para cálculo de índice de CBR.....	55
Gráfico N° 06:	Cantidad óptima de aditivo para un CBR de 40%	71
Gráfico N° 07:	Sección típica del diseño de pavimento flexible convencional .	77
Gráfico N° 08:	Sección típica del diseño de pavimento flexible con subrasante mejorada	77

RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo diseñar un pavimento flexible mejorando la subrasante con aditivo Megasoil en la Prolongación Recreo cuerdas del 12 al 16, en el distrito de la Banda de Shilcayo, provincia y Región de San Martín 2019. Buscando omitir la capa de Sub base acorde con el estado actual de la ciencia que se aplicará en el desarrollo del mismo.

La metodología utilizada en el trabajo fue del tipo aplicada porque se caracteriza por el interés en su aplicación, cuantitativo porque se generó datos de campo para su evaluación y un nivel de diseño de investigación experimental, porque el problema planteado se resuelve recurriendo a los ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos y transversal porque corresponden al presente periodo.

Se ha realizado las combinaciones del suelo con el aditivo Megasoil en diferentes porcentajes con la finalidad de encontrar una dosificación ideal que alcance a un CBR óptimo y necesario según el objetivo de la investigación. Esta combinación corresponde al obtenido en el sector más crítico en el punto Km. 00+240 m y del aditivo estabilizador logrando incrementar el valor de soporte de california (CBR) de un valor de 13% hasta 45%, utilizando solamente 1.10 gramos del aditivo para 5 kilogramos de muestra; que en su aplicación se logrará disminuir el costo directo de un m² de pavimento flexible convencional, comparado con el m² de pavimento flexible con aditivo, de S/ 158.66 a S/ 62.61.

Concluyendo la investigación con el diseño estructural correspondiente del pavimento flexible con espesores de carpeta asfáltica igual a 3.5" y una base granular de 12.5", con sub rasante mejorada con aditivo Megasoil en proporción Aditivo/Suelo de 0.396 kg/m³.

PALABRAS CLAVES

Megasoil: Estabilizador químico de suelos.

Estabilizador: Mejora la estabilidad de los suelos.

Pavimento: Conjunto de capas estructurales.

Subrasante: Superficie que soporta al pavimento.

ABSTRACT

This thesis aims to design a flexible pavement improving the subgrade with Megasoil additive in the Recreo Prolongation blocks from 12 to 16, in the district of the Band of Shilcayo, province and Region of San Martín 2019. Looking to omit the Sub base layer according to the current shape of science that will be applied in its development.

The methodology used in the work was of the type applicative because it is characterized by the interest in its application, quantitative because field data was generated for its evaluation and an experimental research design level, because the problem posed is solved by resorting to trials in the soil and transversal mechanics laboratory because they correspond to this period.

The combinations of the soil with the additive Megasoil in different percentages have been made in order to find an ideal dosage that reaches an optimum and necessary CBR according to the objective of the investigation. This combination corresponds to that obtained in the most critical sector in the Km. 00 + 240 m point of the stabilizer additive, increasing the value of California support (CBR) from a value of 13% to 45%, using only 1.10 grams of the additive for 5 kilograms of sample; that in its application the direct cost of one m² of conventional flexible pavement will be reduced, compared to the m² of flexible pavement with additive, from S / 158.66 to S / 62.61.

Concluding the investigation with the corresponding structural design of the flexible pavement with asphalt binder thicknesses equal to 3.5" and a granular base of 12.5", with improved ground level with Megasoil additive in Additive / Soil ratio of 0.396 kg / m³.

KEYWORDS

Megasoil: Chemical soil stabilizer.

Stabilizer: Improves soil stability.

Pavement: Set of structural layers.

Subfloor: Surface that supports the pavement.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación contiene en su estructura 6 capítulos que fundamentan tanto teórica y práctica el desarrollo de la misma.

El I Capitulo corresponde a la introducción, planteando el problema en forma general y específico, proponiendo soluciones mediante objetivos propuestos para desarrollar el trabajo, basados en antecedentes similares al estudio. Además, contiene bases teóricas que sustentan el estudio para el diseño de pavimento flexible estabilizando la subrasante con aditivo, concluyendo en la veracidad de la hipótesis planteada mediante las variables.

El II Capitulo contiene el tipo y el método de la investigación utilizados en el desarrollo del trabajo de investigación, identificando la población y la muestra y la técnica empleada en la recolección y procesamiento de los datos.

El III Capitulo contiene los resultados obtenidos mediante los ensayos de laboratorio y el diseño final de acuerdo a la normativa vigente para vías urbanas. Además, contiene las discusiones con otros autores acorde a los resultados.

El IV Capitulo contiene las conclusiones de acuerdo a los objetivos planteados para el desarrollo del trabajo de investigación, y las recomendaciones respectivas de acuerdo al punto de vista que se ha apreciado durante su desarrollo.

El V Capitulo contiene las referencias bibliográficas y linkografías que han dado sustento a la presente investigación, brindando información acerca del estado actual que se encuentra la ciencia con respecto al desarrollo del estudio de investigación.

El VI Capitulo contiene los anexos, así como, los ensayos de laboratorio, el diseño del pavimento flexible, el comparativo de costos de los tipos de pavimentos estudiados y las vistas fotográficas.

Finalmente se propone el diseño de un pavimento flexible mejorando la subrasante con aditivo "Megasoil" en el distrito de la Banda de Shilcayo, alcanzando así, un diseño de acuerdo a normas técnicas, omitiendo la sub base en la estructura del pavimento.

1.1. Planteamiento Del Problema

La región de San Martín, cuenta con carreteras nacionales, departamentales y vecinales; que para su rehabilitación y mantenimiento se utiliza canteras que cumplen con las especificaciones técnicas para ser usadas en la estructura de un pavimento. Entre las que destacan y que corresponden al presente estudio son: Cantera Wimbamuyuna – Río Mayo – San José de Sisa; Zona de extracción – Cauce del río Huallaga – Papaplaya; Cantera del Río Cumbaza – Sector Mayopampa – Tarapoto; Cantera del Río Cumbaza – Sector Tres de Octubre; Cantera de Cerro Km. 20+500 – Carretera SM 102 Cuñumbuqui Sisa – Sector Celendín; Cantera de Cerro Km. 4+620 – Tramo Morales San Pedro de Cumbaza; entre otras.

La utilización de estos materiales corresponde a grandes volúmenes para realizar el mantenimiento y rehabilitación de las vías en la región San Martín, a fin de minimizar la gran cantidad de extracción material de estas canteras que a su vez arruinan la estética de la región, se plantea una alternativa de estructura de pavimento con soluciones innovadoras y que minimicen el impacto ambiental.

El tramo donde se propone el diseño, tiene como punto de inicio en el cruce de la ex carretera a Yurimaguas, hasta el cruce con el Km 2+100 de La Carretera Interoceánica Norte 5N, Tramo Tarapoto – Yurimaguas, se ubica en la Asociación de Vivienda “Vista Hermosa”, con referencia al “Centro Recreacional Laguna Venecia” en la parte alta del distrito de La Banda de Shilcayo. Es ahí donde se ha identificado un problema, porque a pesar de ser un acceso importante que conecta a Las Pampas de Sananguillo con los Asentamientos Humanos y Asociación de Vivienda como La Molina, El Paraíso y con la parte céntrica del mismo distrito, se ha notado en toda su extensión (612 metros de longitud por 10 metros de ancho) la vía está en condiciones poco accesibles y con emanaciones fuertes de polvo, altamente perjudiciales para la salud, tornándose resbaladiza cuando ocurre precipitaciones.

Varios han sido los intentos de parte de las autoridades del distrito de La

Banda de Shilcayo, por solucionar el problema, que no fueron resueltos por falta de recursos económicos, han tratado de mejorar la transitabilidad inmediata, mediante el perfilado del terreno natural, esta solución no refleja ninguna confiabilidad, porque existen factores que hacen que las constantes deformaciones de la vía reaparezcan nuevamente, así como las ondulaciones, ahuellamientos, pérdida de pendiente transversal, baches, surcos de erosión y cabezas duras; esto genera un mantenimiento periódico de la vía con mayores gastos y tiempos innecesarios.

Por cuanto, el tramo especificado es materia de la investigación, por presentar un problema típico de los Asentamientos Humanos y Asociación de Vivienda como La Molina de la parte alta del distrito de La Banda de Shilcayo; por lo tanto se propone el diseño de un pavimento flexible, mediante una estructura con una subrasante estabilizada con aditivo Megasoil; se ha optado por este estabilizante, por presentar ventajas económicas y ecológicas comparada con estabilizaciones con cal, cemento, productos asfálticos, geotextiles; que se explican en el marco teórico, siendo la propuesta una solución de bajo costo y menor extracción de material de cantera.

El pavimento flexible a comparación del pavimento rígido tiene una ventaja en el tiempo de ejecución de 30 días y un costo menor de hasta 30%, por lo que, de acuerdo a los recursos públicos, resulta más accesible proponer y realizar su ejecución. (Martel M. Jairo, 2019).

Cabe recalcar que se desconoce el comportamiento de cohesión de los materiales bituminosos con el suelo mejorado y que, por este contexto anteriormente descrito, se ha optado proponer un diseño alternativo para el pavimento flexible reemplazando los materiales de cantera por suelos mejorados de la subrasante, suelos que presentan propiedades de regulares a pobres en relación a la capacidad de soporte de cargas vehiculares; con un paquete estructural que comprende de subrasante, base granular y carpeta asfáltica; y omitir en este caso la sub base granular de la estructura mejorando la capacidad de soporte de subrasante que cumpla con la resistencia requerida al tránsito de acuerdo a la normativa establecida para vías urbanas.

1.1.1. Problema General

¿Es posible diseñar un pavimento flexible con subrasante mejorada con aditivo en la Prolongación del jirón Recreo cuadras del 12 al 16, Banda de Shilcayo, San Martín, San Martín, 2019?

1.1.2. Problemas Específicos

¿Es posible alcanzar con el aditivo las características de una sub base en función del CBR al suelo arcilloso de la subrasante en la Prolongación del jirón Recreo cuadras del 12 al 16, Banda de Shilcayo, San Martín, San Martín, 2019?

¿Es posible evaluar la estructura del pavimento flexible omitiendo la sub base al tener una subrasante mejorada en la Prolongación del jirón Recreo cuadras del 12 al 16, Banda de Shilcayo, San Martín, San Martín, 2019?

1.1.3. Objetivo General

Diseñar un pavimento flexible con subrasante mejorada con aditivo en la Prolongación del jirón Recreo cuadras del 12 al 16, Banda de Shilcayo, San Martín, San Martín, 2019.

1.1.4. Objetivos Específicos

Alcanzar las características de una sub base en función del CBR, al suelo arcilloso de la subrasante añadiendo aditivo, en la Prolongación del jirón Recreo cuadras del 12 al 16, Banda de Shilcayo, San Martín, San Martín, 2019.

Evaluar la estructura del pavimento flexible omitiendo la sub base al tener una subrasante mejorada en la Prolongación del jirón Recreo cuadras del 12 al 16, Banda de Shilcayo, San Martín, San Martín, 2019.

1.1.5. Antecedentes Del Estudio

En el estudio del procedimiento de aplicación del estabilizador Megasoil, se realizaron pruebas de CBR con el aditivo envasado en botellas plásticas con un peso neto de 2 kg, con lo cual se estabiliza aproximadamente 100 toneladas de material suelto seco. Variando de manera mínima la dosificación del aditivo para otro tipo de suelo. Para estudiar los efectos del CBR% en los suelos tratados con Megasoil, Se prepara 3 muestras de agregado seco, de 6 kg cada una. Luego se incorpora la cantidad de 0.02 gr. de Megasoil por kg de agregado seco (0.12 gr). Se añade el porcentaje de agua encontrado en el Proctor modificado, mezclándolo homogéneamente. Dejando reposar de 2 a 3 horas (curado) en un recipiente hermético o bolsa plástica hermética para que la muestra no pierda humedad. Compactándola con el número de golpes establecidos en las especificaciones técnicas del producto. Las evaluaciones significativas de laboratorio o de campo de los efectos del Megasoil deben ser medidos después de dejarlos “curar” por 7 días expuestos al medio ambiente. (Bitúmenes del Perú SAC - 2019)

El producto polimérico estabilizador Megasoil tuvo uso en las siguientes obras nacionales: (Bitúmenes del Perú SAC - 2019)

Aeropuerto de Anta-Huaraz (vías alternas)

Aeropuerto de Tumbes (vías alternas)

Carretera Ica – Huaytará

Carretera Santo Tomas - Velille – Apurímac

A. Antecedentes Internacionales:

Según; **Seco, Ramírez, Miqueleiz, García y Prieto, 2010**, en su artículo “Uso de aditivos no convencionales en la estabilización de margas”, concluyen que el contenido óptimo de cal es de 3%, mejorando características como CBR y los ensayos a compresión no confinada.

A su vez, **Díaz y Mejía, 2004**, en su investigación “Estabilización de suelos mediante el uso de un aditivo químico a base de compuestos inorgánicos”,

concluyen que la capacidad de soporte del suelo se incrementa notablemente con la adición del aditivo químico y reduce notablemente la expansión.

B. Antecedentes Nacionales:

Según **Espinoza, 2012**, en su Tesis de Investigación “Uso de Estabilizantes Químicos en la Mejora de las Propiedades Físicas y Mecánicas de los Suelos de Fundación Limosa o Arcillosa”, concluye que el aumento de la capacidad de soporte de terreno varía entre 75% a un 125% a 14 semanas después de la compactación.

También **Fernández Gálvez, 2017**, en su Tesis de Maestría titulado “Efecto del aditivo Terrazyme en la estabilización de suelos arcillosos de subrasantes en la zona de expansión de la ciudad de Cajamarca”, concluye que en el diseño patrón se encontró la variación al 95% de un CBR entre 3.54% a 4.30%, al 100% un CBR entre 5.60 % y 6.70%, un límite líquido que varía entre 35.37% a 45.33%, un límite plástico entre 18.46% a 26.83%, un índice de plasticidad entre 15.25% a 18.50%, un contenido óptimo de humedad entre 18.07% a 21.37% y una clasificación AASTHO entre un A-6 (10) a A-7-6 (14), respectivamente, que son arcillas de mediana alta plasticidad.

De acuerdo a **Caruajulca Chávez, 2018**; en su tesis “Influencia del aditivo cloruro de sodio como estabilizante de la subrasante de la carretera tramo cruce El Porongo – Aeropuerto – Cajamarca” concluye que adicionando Cloruro de sodio en 1% aumenta su CBR en un 0.01, al aumentar en un 2% de Cloruro de Sodio aumenta su CBR en un 0.263 y en 3% de Cloruro de Sodio aumenta su CBR en un 0.385%; notando el incremento en el valor del CBR acorde a la investigación.

Además, según el aporte de **Castillo Briceño, 2018**, en su tesis denominado “Influencia de la aplicación de aditivos químicos en la estabilización de suelos cohesivos para uso como subrasante mejorada de pavimentos entre los sectores Calamarca – Huaso, La Libertad, 2018”

concluyó con la evaluación de costos por Kilómetro de carretera para el pavimento flexible sin uso de aditivos y para pavimento con el uso de PROES y cemento Portland, obteniendo que el primero tiene un costo de S/ 436,465.92 por Kilómetro, mientras que el que utiliza aditivo PROES más cemento Portland es de S/ 368,487.90 por Kilómetro, en el caso de la estructura con el menor costo (dosificación 0.27 L/m³ de PROES + 45 Kg/m³ de cemento Portland). La diferencia de precios radica en el espesor de la base granular y en que el pavimento con aditivo no se utiliza una sub base granular. Asimismo, la profundidad de excavación y transporte de material granular es superior para el pavimento sin mejoramiento de subrasante. Esto demuestra que el uso de PROES más cemento Portland, además de mejorar las propiedades mecánicas del suelo, también reduce costos para la construcción de carreteras en aproximadamente 15%.

C. Antecedentes Locales:

Por otra parte, **Castro Cuadra, 2017**, en su Tesis de Investigación “Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante”, concluye que el valor del CBR aumenta en las combinaciones planteadas de suelo arcilloso, ceniza de cáscara de arroz y cal obteniéndose valores más altos de capacidad de soporte de resistencia, incrementando el valor de CBR al 100% de la máxima densidad seca del Proctor modificado de 5% hasta 38.5%, es decir, aumenta 6 veces. Esto aumento se logró con un contenido del 20% de ceniza de cáscara de arroz en el Departamento de San Martín.

Es preciso mencionar, que no se ha encontrado otras investigaciones locales referente al tema de estudio.

Nota: A la fecha de la propuesta de investigación no existe trabajo alguno relacionado con el aditivo estabilizador “Megasoil”.

1.2. Bases Teóricas

1.2.1. Subrasante

1.2.1.1. Definición

“La subrasante se define como la capa en la que apoya toda la estructura del pavimento; y el módulo de resiliencia (M_r) como la característica especial que define a la propiedad de los materiales que lo componen. Los primeros diseños de pavimento, se basaban solo en propiedades de la subrasante que se podían extraer mediante los siguientes ensayos”; tales como: Granulometría, Plasticidad, Clasificación de suelos, Resistencia al corte, Susceptibilidad a las variaciones de temperatura, Drenaje, etc. (DCM Chávez, 2016).

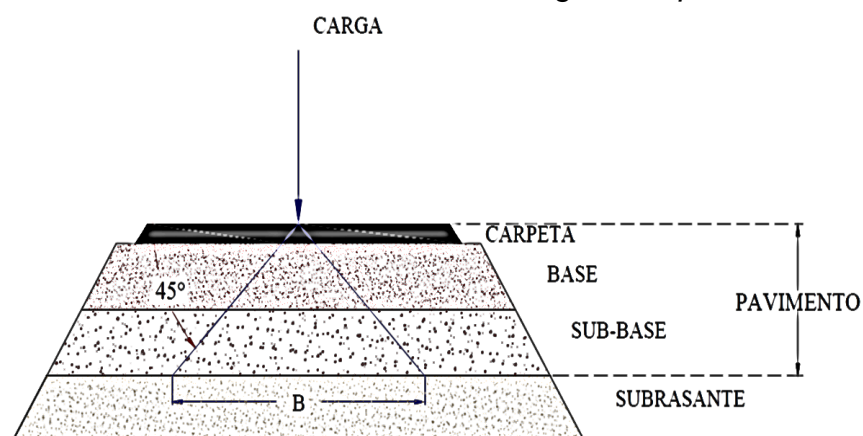
“A su vez se fueron añadiendo ensayos que tomaran en cuenta propiedades más esenciales y particulares de la subrasante, se efectuaron ensayos utilizando cargas estáticas o de baja velocidad de deformación tales como el CBR. Por lo que se puede deducir que, la calidad de los suelos en el caso de las subrasantes, se puede relacionar con el módulo de resiliencia, módulo de Poisson, el módulo de reacción y el valor soporte del suelo (CBR) de la subrasante”. (DCM Chávez, 2016)

1.2.1.2. Funciones de la Subrasante

Recibir y resistir las cargas del tránsito que le son transmitidas por el pavimento.

Disipar las cargas transferidas desde la capa de rodadura hasta la capa inferior del cuerpo del pavimento, entre mejor calidad presente el suelo, menor serán los espesores del pavimento. (Ver gráfico N° 01)

Gráfico N° 01: Transferencia de cargas a capas inferiores



Fuente: Elaboración Propia (2019) según Becker Eduardo - 2011

1.2.1.3. Categorías De La Subrasante

El **MTC** en el **Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Versión 2014** (pág. 35), recategoriza a la capa de la subrasante según su CBR de la siguiente manera:

S0: Subrasante inadecuada	$CBR < 3\%$
S1: Subrasante insuficiente	$3\% \leq CBR < 6\%$
S2: Subrasante regular	$6\% \leq CBR < 10\%$
S3: Subrasante buena	$10\% \leq CBR < 20\%$
S4: Subrasante muy buena	$20\% \leq CBR < 30\%$
S5: Subrasante excelente	$CBR \geq 30\%$

1.2.1.4. Características de la Subrasante

Cuadro N° 01: Características de la subrasante

Espesor mínimo de la capa	30 cm
Tamaño máximo	7.5 cm (3 pulg)
Expansión máxima	5%
Valor relativo de soporte	15% min
Grado de compactación mínima	95%
Espesor mínimo para caminos de bajo tránsito	30 cm
Espesor mínimo en caminos con un TPDA > de 2000 veh.	50 cm

Fuente: Manual de Carreteras – MTC 2014. – Pág. 20

1.2.1.5. Suelos utilizados como Subrasante

“La capa subrasante debe ser por prioridad un suelo que supere las especificaciones mínimas para su óptimo y mejor rendimiento, para ello se debe usar de preferencia los suelos GW, SW, SM, ML incluyendo el SC (siempre que la arcilla no sea de alta plasticidad)”. (DCM Chávez, 2016)

De acuerdo a **Chávez, 2016**; menciona que, *“si se tienen materiales del tipo CL, MH, CH, CL-ML y su LL estén en un rango de 50 y 100%, se tiene que realizar un análisis para reducir los valores del LL y en consecuencia el IP”*.

Así mismo, recomienda que, *“cuando el terreno de apoyo sea del tipo MH, CH y OH con LL=100%, se deberán rechazar, y sustituir el material con material limoso mezclado con arena y/o grava en espesor mínimo de 30cm”*.

1.2.1.6. Propiedades Físicas de los suelos para Subrasante

Según el **Instituto del Asfalto, 1981**, *“La subrasante es como el suelo preparado y compactado para soportar la estructura de un sistema de pavimento. Estas propiedades de los suelos que constituyen la subrasante, se consideran como las variables más importantes a considerar al momento de diseñar una estructura de pavimento. Las propiedades físicas se mantienen invariables, aunque se sometan a tratamientos tales como homogenización, compactación, etc., Sin embargo, ambas propiedades cambiarían cuando se realicen en ellos procedimientos de estabilización, a través de procesos de mezclas con otros materiales (cal, Cemento, etc.) o mezclas con químicos”*.

Para el conocimiento de las características del suelo, es necesario tomar muestras en todo el desarrollo del mismo (calicatas), posteriormente en el laboratorio se determinarán sus propiedades, posteriormente se elabora un perfil estratigráfico del tipo de suelo encontrado en él con sus respectivas profundidades. Siendo las propiedades fundamentales a tomar en cuenta según el **Instituto del Asfalto** lo siguiente:

Granulometría: “Determina la proporción de sus diferentes elementos que constituye el suelo y están clasificados por su tamaño. De acuerdo al tamaño de las partículas de suelo se definen los siguientes términos”. (Manual de Carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014).

Cuadro N° 02: Clasificación de suelos según Tamaño de partículas

TIPO DE MATERIAL		TAMAÑO DE LAS PARTICULAS
Grava		75 mm – 4.75 mm
Arena		Gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
		Media: 2.00 mm – 0.425 mm
		Fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material Fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla	Menores de 0.005 mm

Fuente: Manual de Carreteras – MTC 2014. – Pág. 31

La Plasticidad: Según la definición encontrada en el *Manual de carreteras, 2014*; “es la propiedad de estabilidad que representa los suelos hasta cierto límite de humedad sin disgregarse, por tanto, la plasticidad de un suelo depende, no de los elementos gruesos que contiene, sino únicamente de sus elementos finos. El análisis granulométrico no permite apreciar esta característica, por lo que es necesario determinar los Límites de Atterberg”.

Cuadro N° 03: Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad

INDICE DE PLASTICIDAD	PLASTICIDAD	CARACTERISTICA
IP > 20	Alta	Suelos muy arcillosos
7 < IP ≤ 20	Media	Suelos arcillosos
IP < 7	Baja	Suelos poco arcillosos
IP = 0	No plástico	Suelos exentos de arcilla

Fuente: Manual de Carreteras – MTC 2014. – Pág. 32

Los Límites de Atterberg: establecen cuan sensible es el comportamiento de un suelo en relación con su contenido de humedad (agua), definiéndose los límites correspondientes a los tres estados de consistencia según su humedad y de acuerdo a ello puede presentarse

un suelo: líquido, plástico o sólido. Estos límites de Atterberg que miden la cohesión del suelo son: el límite líquido (LL, **ensayo MTC EM 110**), el límite plástico (LP, según ensayo **MTC EM 111**).

$$IP = LL - LP \dots\dots\dots (1)$$

Equivalente de Arena: Según el *Manual de carreteras, 2014*; se describe como “la proporción relativa del contenido de polvo fino nocivo o material arcilloso en los suelos o agregados finos” (**ensayo MTC EM 114**). Es el ensayo que da resultados parecidos a los obtenidos mediante la determinación de los límites de Atterberg, aunque menos preciso. Tiene la ventaja de ser muy rápido y fácil de efectuar.

El valor de Equivalente de Arena (EA) es un indicativo de la plasticidad del suelo:

Cuadro N° 04: Clasificación de suelos según Equivalente de Arena

Equivalente de arena	Característica
sí EA > 40	El suelo no es plástico, es de arena
Sí 40 > EA > 20	El suelo es poco plástico y no heladizo
sí EA < 20	El suelo es plástico y arcilloso

Fuente: Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2014. – Pág. 32

Índice de Grupo: Es un índice normado por **AASHTO, 1993**, originalmente desarrollado por Terzaghi y Hogentogler para el Bureau of Public Roads norteamericano. En esta clasificación los suelos se clasifican en siete grupos (A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7), según su granulometría y plasticidad. Más concretamente, en función del porcentaje que pasa por los tamices N° 200, 40 y 10, y de los Límites de Atterberg de la fracción que pasa por el tamiz N.º 40. Estos siete grupos se corresponden a dos grandes categorías de suelos:

Suelos granulares: Son aquellos que tienen 35% o menos, del material fino que pasa el tamiz No. 200. Estos suelos forman los grupos A-1, A-2 Y A-3.

Suelos limo-arcillosos: Contienen más del 35% del material fino que pasa

el tamiz número 200. Estos suelos constituyen los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7.

Los ensayos necesarios para encajar un suelo dentro de un grupo son el análisis granulométrico y los límites de Atterberg, sin embargo, si queremos determinar la posición relativa del grupo, es necesario introducir el concepto de índice de grupo, expresado como un número entero con un valor comprendido entre 0 y 20 en función del porcentaje de suelo que pasa a través del tamiz N° 200. El índice de grupo se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$IG = (F - 35)(0.2 + 0.005x(LL - 40)) + 0.01x(F - 15)x(IP - 10) \dots (2)$$

Donde:

IG: Es el Índice de grupo; **F:** Es el porcentaje del suelo que pasa por el tamiz N° 200, expresado como número entero; **LL:** Es el límite líquido e **IP:** Es el Índice de plasticidad.

A continuación, algunas consideraciones que debemos tener en cuenta para el índice de grupo:

El valor obtenido sea negativo se asumirá que IG=0.

No existe un límite superior para el índice de grupo

El índice de grupo deberá ser un valor entero.

El índice de grupo de A-1, A-3 y A-2-4 y A-2-5 siempre es igual a cero.

Cuadro N° 05: Clasificación de suelos según Índice de Grupo

Índice de Grupo	Suelo de Subrasante
IG > 9	Muy pobre
IG está entre 4 a 9	Pobre
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 – 2	Bueno
IG está entre 0 – 1	Muy bueno

Fuente: Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2014 – Pág.

Humedad Natural: (ensayo MTC EM 108) La resistencia de la subrasante es directamente proporcional al porcentaje de humedad y densidad que presenta en su estructura, especialmente los suelos finos.

La determinación de la humedad natural de acuerdo al **Manual de carreteras, 2014**; “nos permite comparar con la humedad óptima que se obtendrá en los ensayos Proctor para obtener el CBR del suelo. Sí la humedad natural resulta igual o inferior a la humedad óptima, se propondrá la compactación normal del suelo y el aporte de la cantidad conveniente de agua. Sí la humedad natural es superior a la humedad óptima y según la saturación del suelo, se propondrá, aumentar la energía de compactación, airear el suelo, o reemplazar el material saturado”.

1.2.1.7. Clasificación de los Suelos

Después de haber determinado las características de los suelos, según los acápites anteriores, se podrá estimar con suficiente aproximación el comportamiento de los suelos, especialmente con el conocimiento de la granulometría, plasticidad e índice de grupo; y, clasificarlos.

Cuadro N° 06: Correlación de Tipos de suelos AASHTO – SUCS

Clasificación de Suelos AASHTO AASHTO M-145	Clasificación de Suelos SUCS ASTM –D-2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A – 2	GM, GC, SM, SC
A – 3	SP
A – 4	CL, ML
A – 5	ML, MH, CH
A – 6	CL, CH
A – 7	OH, MH, CH

Fuente: Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2014 – Pág. 33

Por lo que, conforme **AASHTO**, un suelo fino es el que tiene más del 35% que pasa el tamiz No. 200 (0.075 mm), los cuales se clasifican como A-4, A-5, A-6 o A-7. Dos suelos considerados finos que tengan

granulometrías similares, pueden llegar a tener propiedades diferentes dependiendo de su plasticidad, cualidad que se analiza en el suelo que pasa el tamiz No. 40; dichas propiedades de plasticidad, se analizan conforme las pruebas de límites de Atterberg, las cuales son:

Límite Líquido o LL: *Es el estado de un suelo, cuando pasa de un estado plástico a un estado semilíquido.*

Límite Plástico o LP: *Es la frontera entre el estado plástico y el semisólido de un suelo.*

Índice Plástico o IP: *es la diferencia entre LL y LP, que nos indica la plasticidad del material.*

De acuerdo a ello se puede deducir que, las propiedades más importantes tanto como para suelos gruesos y finos son la granulometría y los límites de Atterberg respectivamente.

La relación entre la humedad y la densidad de un suelo compactado, es una situación muy importante que se requiere al analizar las propiedades del mismo. Para el efecto se desarrollaron los ensayos Proctor T-180 (modificado) lo que permite determinar la humedad óptima o sea la humedad ideal en la cual el suelo llega a su densidad máxima y a su vez alcanza sus mejores propiedades mecánicas. El valor de esta humedad óptima depende directamente de la cantidad de energía de compactación a la que se ha sometido el suelo; al ser mayor la energía de compactación, la humedad óptima será menor y la densidad seca será mayor.

1.2.1.8. Propiedades Mecánicas de los suelos para Subrasante

Para medir la resistencia de los suelos usados como subrasante se somete a cargas dinámicas de tránsito, tales como:

1.2.1.8.1. Relación de Valor Soporte de California (CBR, California Bearing Ratio)

“Una vez que se haya clasificado los suelos por el sistema AASHTO se

elabora un perfil estratigráfico para cada sector homogéneo a partir del cual se determinará los suelos que controlarán el diseño y se establecerá el programa de ensayos y/o correlaciones para establecer el CBR que es el valor soporte o resistencia del suelo, referido al 95% de la MDS y a una penetración de carga de 2.54mm. una vez definido el CBR se clasificara a que categoría de subrasante pertenece.” (Manual de Carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014).

Aquí se mide la resistencia que opone un suelo a la penetración de un pistón de 3 plg². de área en una muestra de suelo de 6 plg. (15.24 cm) de diámetro y 7 plg. (17.78 cm) de altura, a una velocidad de 1.27 mm/min (0.5 plg. /min). La fuerza necesaria para que el pistón penetre dentro del suelo se mide en determinados intervalos y se comparan con las que se necesitan para producir iguales penetraciones en una muestra que sirve de patrón, la cual es piedra partida bien graduada; la definición del CBR según Braja Das (2010) es:

$$\%CBR = \frac{\text{CARGA UNITARIO DEL ENSAYO X 100}}{\text{CARGA UNITARIA PATRÓN}} \dots \dots \dots (3)$$

Relación que nos da un valor que se indica en porcentaje, el cual puede ser muy variable dependiendo de los suelos analizados; 2 a 4% en arcillas plásticas hasta un 70% o más en materiales granulares de buena calidad.

El método del CBR para diseño de pavimentos, fue uno de los primeros en utilizarse y se basa principalmente en que a menor valor de CBR de la subrasante es necesario colocar mayores espesores en la estructura de pavimento para protegerlo de la frecuencia de las cargas de tránsito.

1.2.1.8.2. Densidad (Proctor Modificado)

Se califica la compacidad por la comparación cuantitativa de las densidades secas o pesos unitarios secos (γ_d), que el suelo va adquiriendo gradualmente, al variar la humedad, la energía o el método de compactación.

1.2.1.9. Preparación de la Subrasante

Se debe conocer los límites del tramo que se dará uso para proceder con el movimiento de tierra, de manera que se nivele las zonas por donde se construirá los pavimentos y compacte el terreno, dejando una plataforma que sea adecuada para la circulación de los vehículos y equipos involucrados en la pavimentación.

1.2.1.9.1. Identificación de suelos en subrasante

La clasificación de los suelos de regirse a la normativa **AASHTO** o **clasificación Unificada**, mediante la mecánica de suelo, calicatas/estratigrafías y/o deflectometría, de acuerdo a ello se definirá si los suelos existentes no afectan la calidad de soporte del proyecto, o deben ser reemplazados, mejorados o estabilizados.

1.2.1.9.2. Excavación y corte

Las cotas de rasante indicarán el material necesario que serán sometidos a corte o relleno, para dar espacio al perfil tipo correspondiente. En suelos finos se procurará evitar el corte por debajo de la cota proyectada, a fin de evitar rellenos con compactación deficiente. En caso de encontrar material inadecuado bajo el horizonte de fundación, se extrae en su totalidad, reponiéndolo con el material especificado y compactándolo a una densidad no inferior al 95% de la densidad máxima compactada seca (D.M.C.S.) del ensayo Proctor Modificado o al 80% de la densidad relativa, según corresponda. Por material inadecuado ha de entenderse: rellenos no controlados, suelos naturales con un Poder de Soporte de California (CBR), inferior al CBR de la subrasante especificado en el proyecto, materiales con porcentajes de arcilla perjudiciales para el comportamiento de la estructura y material vegetal.

Cuando la mecánica de suelos de subrasante arroje un CBR inferior al de diseño, se evalúa el caso, buscando la mejor solución en costo,

rendimiento y facilidades constructivas en función del clima, menor tiempo de ejecución y mejor estándar de funcionamiento; esto es fundamental para no paralizar la obra por indefiniciones que se pueden prever en la etapa de estudio. Por lo que de acuerdo al estudio de costo y rendimiento realizado mediante ensayos por m² de estructura de pavimento resulta mucho más factible realizarlo con el estabilizador Megasoil.

1.2.1.9.3. Rellenos

El relleno es utilizado del material extraído de excavación o de material de préstamo con especificaciones requeridas. Todos los materiales que integran el relleno no pueden contener materias orgánicas, pasto, hojas, raíces u otro material objetable. El material de relleno es aceptado siempre que su CBR sea mayor o igual el mínimo exigible y no exceda los tamaños máximos y límites de Atterberg especificados.

1.2.1.9.4. Preparación de la Subrasante en suelo natural

En este proceso se debe preparar la capa como una estructura de apoyo capaz de soportar el paquete estructural del pavimento. Para tal efecto, el suelo se escarifica 0.20 m, se aplica agua en forma uniforme y controlada en todo el ancho y longitud de la zona a trabajar el equipo de riego tiene un corte de riego controlado y absoluto. La compactación se realiza hasta obtener una densidad mayor o igual al 95% de la D.M.C.S. del Proctor Modificado o al 80% de la densidad relativa. La subrasante estará lista cuando cumpla las características necesarias.

1.2.1.9.5. Preparación de la subrasante mejorada

Con remplazo de material.

Con estabilización de suelos.

Con geotextiles.

1.2.1.10. Controles

Los controles que se realizan a la subrasante en suelo natural, subrasante mejorada y rellenos son.

Granulometría.

Compactación.

CBR.

1.2.2. Tipos De Estabilización De Suelos

1.2.2.1. Definición

“La estabilización de suelos se define como el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos”. (Manual de Carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014).

“La estabilización permite mejorar propiedades del suelo tales como la resistencia al esfuerzo cortante, la deformabilidad o compresibilidad, la estabilidad volumétrica ante la presencia de agua, la capacidad de soporte de resistencia, entre otros, buscando en todos los casos, un buen comportamiento esfuerzo deformación de los suelos y de la estructura que se coloque sobre ellos, a lo largo de su vida útil.” (Manual de Carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014).

Los criterios que se deben tener para realizar una estabilización son:

Suelos a nivel de subrasante calificada como pobre o inadecuada de acuerdo al Manual Carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos (aquellos suelos que presente CBR menor o igual a 6).

Así mismo, cuando la capa de subrasante sea arcillosa o limosa, y cuando se humedezcan puedan penetrar las capas granulares del pavimento.

“Para establecer un tipo de estabilización de suelos es necesario determinar el tipo de suelo existente. Los suelos que predominantemente

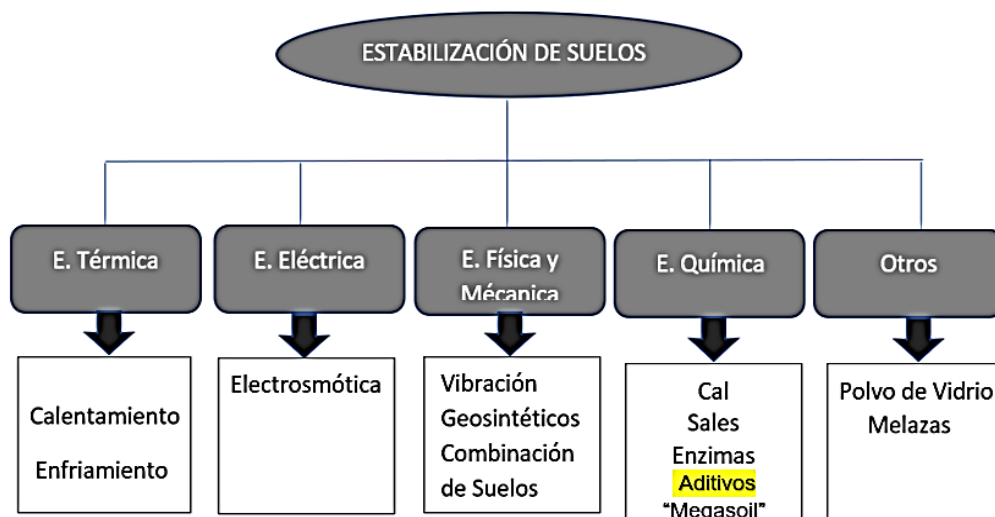
se encuentran en este ámbito son: los limos, las arcillas, o las arenas limosas o arcillosas.” (Castro Cuadra, 2017).

De acuerdo a estas definiciones se puede deducir que, la finalidad de la estabilización es darle uso al suelo natural encontrado in situ, permitiéndonos construir caminos en lugares donde los terrenos son intransitables, obteniendo un emplazamiento estable que trabaje adecuadamente estructuralmente, evitando el uso de materiales de préstamo que son necesarios de llevar a la zona donde el pavimento estará emplazado. En otras palabras, busca lograr una sostenibilidad medioambiental y técnica, adicionalmente sumándose beneficios económicos al proyecto.

1.2.2.2. Métodos de Estabilización de Suelos

Existen diferentes alternativas para la estabilización de suelos, en el gráfico N° 02 vemos algunas clasificaciones de estabilización de suelos:

Gráfico N° 02: Tipos de Estabilización de suelos



Fuente: Propia según el Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2014 – Pág. 93

1.2.2.2.1. Estabilización Física y Mecánica

Este método de estabilización se utiliza para mejorar la capacidad de soporte de resistencia de los suelos a través de cambios físicos, sin producir reacciones químicas.

1.2.2.2.1.1. Estabilización por compactación

Este método se realiza por tramos, definiendo el espesor de las capas y el número de pasadas a realizar, luego se procede a la compresión del suelo con un cierto porcentaje de contenido de humedad, logrando reducir el porcentaje de vacíos, aumentar la fricción interna y con ello conseguir que su capacidad de soporte se incremente. Aumentando de esa manera la densidad, la estabilidad, y disminuyendo la contracción del mismo. Pero presenta como contraste, que, la compactación muy intensa y a la vez necesaria para este caso, producirá un material muy susceptible al agrietamiento, aumentando el potencial de hinchamiento (con la humedad) en suelos finos, tal como se clasifica la muestra extraída.

1.2.2.2.1.2. Estabilización por combinación de suelos

Es la combinación del material existente in situ con materiales de préstamo, necesitando como complemento la compactación. Tratando de que los materiales alcancen la humedad apropiada de compactación. En este caso al tratarse para una superficie de rodadura se debe combinar con material granular para obtener fricción interna y cohesión de parte del material existente; por lo que veo conveniente descartar este método, porque se busca evitar la compra de material exterior para mejorar la resistencia.

1.2.2.2.1.3. Estabilización por sustitución de suelos

Este es el caso que se quiere evitar mediante el uso del estabilizador Megasoil; ya que en otras palabras este método es la eliminación del material no adecuado por un suelo que posee mejores características físicas y mecánicas.

1.2.2.2.1.4. Estabilización con geosintéticos

Los geosintéticos proporcionan resistencia a la tracción y puede mejorar el rendimiento en la construcción de carreteras al mismo tiempo tienen

la función anticontaminante y drenante, mejorando la capacidad portante del suelo ya que distribuye las cargas en una mayor área, lo que hace disminuir los esfuerzos cortantes y verticales en un terreno natural blando. Transmitiendo la carga desde las capas superiores hasta las geomallas, y este a su vez disipa el plano de falla, es un método muy útil y usado, ya que disminuye los espesores de las capas del paquete estructural del pavimento. El contraste beneficio/costo es lo que ha hecho que se desista por el uso de este método.

1.2.2.2.1.5. Estabilización por elementos prefabricados

“Los elementos prefabricados como geosintéticos y/o tierra armada, los cuales actúan incrementando la cohesión y el ángulo de fricción del material, aumentando su capacidad portante. Este método es de ejecución rápida, pero tiene un alto incremento en el costo”. (Pérez Collantes, 2014).

1.2.2.2.1.6. Vibración

“La vibración se aplica en suelos arenosos o suelos con alta permeabilidad el cual consiste en la densificación del suelo a través de una vibración profunda las cuales pueden ser vibro flotación o vibro sustitución. Sin embargo, al aplicar este método, se necesita de un tratamiento superficial de compactación ya que la parte superior del terreno queda poco compactada”. (Vásquez Concha, 2010).

Se ha dejado a un lado a este método, Debido a que posee un precio elevado y su desarrollo necesita áreas libres extensas y la variedad de suelos que presenta una vía en su trayecto quita eficiencia y exactitud en el cálculo general en su uso.

1.2.2.2.2. Estabilización Química

Es la mezcla necesaria del suelo con un producto químico al fin de obtener características optimas en la subrasante. Ante todo, se debe tener en cuenta las consecuencias ambientales ya que pueden aparecer

problemas de contaminación durante la etapa de ejecución de la construcción, operación y mantenimiento, algo muy importante y muy ajeno a la vez al estabilizador Megasoil. Además, se debe considerar los factores que influyen en la estabilización como la situación geográfica, las condiciones climáticas (Humedad, temperatura, dirección y velocidad de viento entre otros), el tránsito de vehículos, entre otros. Algunas estabilizaciones químicas realizadas son:

1.2.2.2.1. Estabilización con cal

Este método es utilizado para suelos con granulometría fina de cierta plasticidad. La cal que se utiliza para la estabilización de suelos son el óxido cálcico (cal anhidra o cal viva) o el hidróxido cálcico (cal hidratada o cal apagada) y deben cumplir con los requisitos establecidos en las Especificaciones Técnicas Generales para construcción de carreteras EG-2014.

“El efecto que produce la cal en suelos es:

Cambiar apreciablemente su plasticidad. Cuando el suelo presente un IP menor a 15, aumentará ligeramente IP y cuando el IP es mayor a 15 disminuye el IP.

Aumenta la humedad óptima de compactación, lo que permite densificar el suelo de elevada humedad natural.

Permite la reducción del potencial de contracción y de hinchamiento.

Incrementa la resistencia a la compresión simple, la capacidad de soporte de resistencia del suelo y la resistencia a la tracción del suelo.

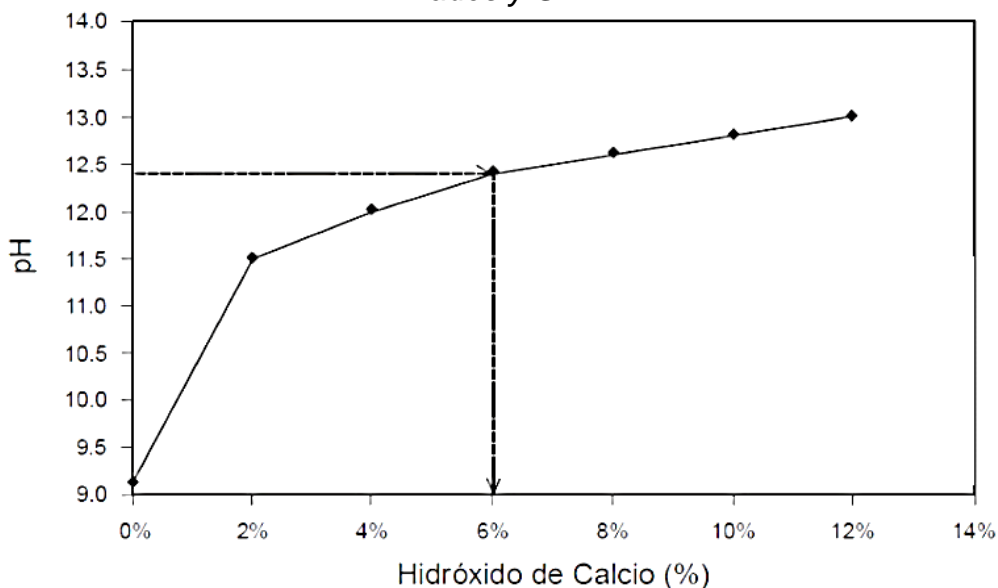
Obtener un material más trabajable y fiable como producto de la reducción del contenido de agua en los suelos”. (Manual de carreteras Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014).

“El material a estabilizar debe tener ciertas características, con el objetivo de llegar a alterar sus propiedades físicas e incrementar su resistencia o capacidad de soporte del suelo; generalmente se recomienda que el suelo tenga un índice de plasticidad mayor a 15 y el

porcentaje que pasa por el tamiz N°200 sea mayor a 25. Sin embargo, resulta poco efectivo cuando se tiene suelo con contenido de materia orgánica”. (Manual de carreteras - Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014).

“Eades y Grim, proporciona los medios para estimar el requisito de la proporción del suelo-cal para la estabilización de un suelo plástico. Se realiza en suelos que pasan el tamiz de 425 mm (N°. 40). La proporción óptima del suelo-cal para la estabilización de suelos plásticos, será aquella que brinde un mejoramiento en las características propias del suelo, determinadas principalmente por la resistencia a la compresión o el índice de plasticidad”. (Castro Cuadra, 2017)

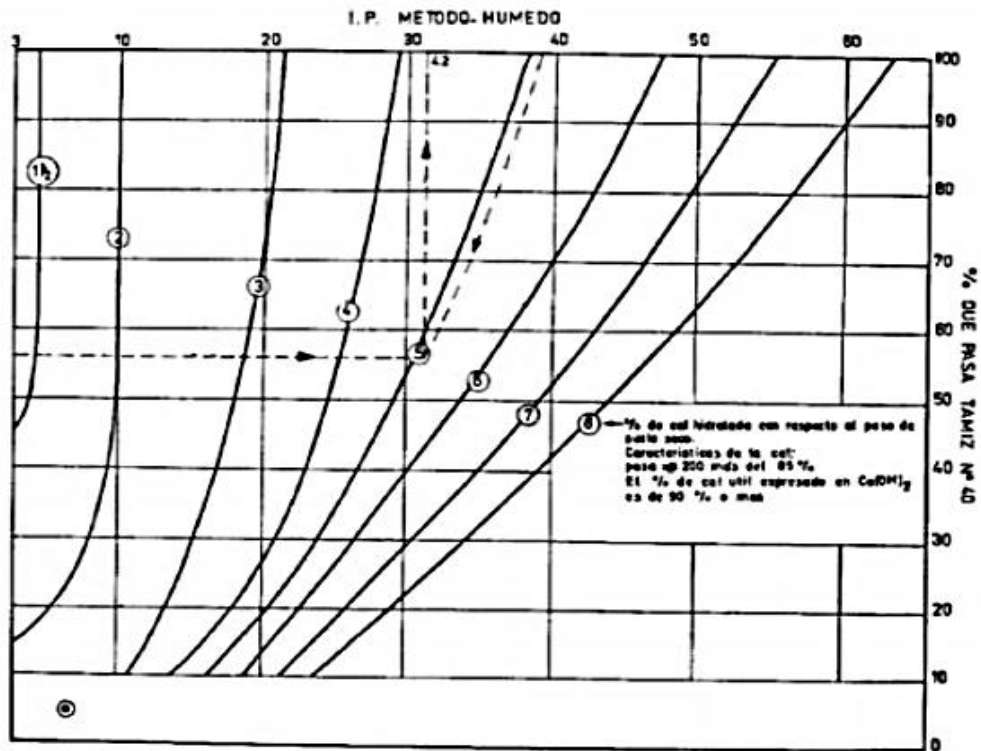
Gráfico N° 03: Selección del porcentaje óptimo de cal método de Eades y Grim



Fuente: Rodríguez, Ángel Sampedro. Tratamientos de suelos con cal. Madrid. España. Abril, 2005.

Mc Dowell, 1966, realizó un ábaco mostrando el porcentaje de cal por peso de suelo seco, en función del índice de plasticidad y del porcentaje que pasa por el tamiz N° 40 del suelo sin estabilizar. Este ábaco excluye a los suelos con un $IP < 3$ y un porcentaje que pasa el tamiz $< 10\%$ y se puede apreciar en el gráfico N° 04.

Gráfico N° 04: Ábaco para diseño de tratamientos de suelos con cal a partir del índice de plasticidad y granulometría (McDowell, 1966)



Fuente: DORFMAN, Boris. Estabilización de suelos. Popayán. 1988.

El uso de cal para estabilizar presenta muchas ventajas, pero se ha omitido su investigación a profundidad debido a que el tramo que se ha escogido como estudio tiene adyacentes a su trayectoria, viviendas que mostrarían su disgusto al polvo que se generaría en su aplicación, su peso volumétrico la hace que sea más costoso su traslado contra el producto seco y la dosificación se pierde en lugares con mucho viento; por lo que se ha decidido omitir su estudio prolongado.

1.2.2.2.2. Estabilización con cemento

Según **Castro Cuadra, 2013**, “es una Técnica aplicada a suelos granulares tipo A1, A-2 y A-3 con presencia de finos con un Límite líquido menor a 40 y una plasticidad menor a 18. Ésta se compacta y se da un curado adecuado para que se convierta en un suelo endurecido, como resultado de este proceso es la disminución de la porosidad, y de la plasticidad, por lo que se produce el aumento de la resistencia y de su durabilidad”.

La resistencia del suelo aumenta considerablemente con el contenido del cemento y la edad de la mezcla suelo-cemento. Pero, el uso elevado de contenido de cemento en la estabilización, hace que aparezcan fisuras por contracción, derivadas de los cambios bruscos de humedad y temperatura, razones que derivaron en su descarte como método de estudio. A continuación, se muestra la dosificación aproximada de cemento de acuerdo al tipo de suelo.

Cuadro N° 07: Rango de uso de cemento de acuerdo al tipo de suelo

Clasificación de suelos según AASHTO	Rango usual de cemento requerido
	Porcentaje del peso de los suelos
A-1-a	3 - 5
A-1-b	5 - 8
A-2	5 - 9
A-3	7 - 11
A-4	7 - 12
A-5	8 - 1
A-6	9 - 15
A-7	10 - 16

Fuente: Federal Highway Administration (FHWA).

1.2.2.2.3. Estabilización con productos asfálticos

“Los suelos adecuados para la estabilización con productos asfálticos son los granulares con un índice de plasticidad menor a 10 y que presenten menos del 20% que pasa la malla N°200. La estabilización con productos asfálticos puede ser usada para aumentar la estabilidad por la aglomeración del ligantes que envuelve a las partículas o también para impermeabilizar un suelo, disminuyendo la sensibilidad a los cambios de humedad”. (Manual de Carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia Y Pavimentos – MTC, 2014).

Conforme al **Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia Y Pavimentos – MTC, 2014**, “el material asfáltico mayormente empleado son las emulsiones asfálticas y los asfaltos fluidificados. El tipo de ligante

asfáltico a usar depende de la granulometría, contenido de humedad, condiciones climáticas, la clase de equipo disponible, el tiempo que se espera durante la construcción y la facilidad para disponer los materiales”.

El descarte de este método preside de la incompatibilidad con el tipo de suelo que trabaja los productos asfálticos, puesto que el suelo presenta características de un suelo fino.

1.2.2.2.4. Estabilización con sales

Castro Cuadra, 2017, cita en su proyecto de investigación, que, *“las sales son originadas a partir de la reacción entre un ácido con una base. Las sales neutralizadas son aquellas que no presentan excesos de iones de hidrogeno (sales acidas) ni contienen exceso de iones de hidroxilo (sales básicas), entre ellas tenemos a cloruro de sodio (NaCl), cloruro de calcio (CaCl₂) o cloruro de potasio (KCl)”.*

El cloruro de sodio y el cloruro de calcio, son las sales utilizadas mayormente en los laboratorios, controlan el polvo y conglomeran mejor la estabilidad del suelo, pero resulta fuera de lo económico.

1.2.2.2.5. Estabilización con polímeros

“La interacción que realiza el polímero es entrelazar las partículas del suelo produciendo un efecto aglutinante, es decir pegando las partículas del suelo, permitiendo un control de polvo en las vías y modificando la matriz del suelo logrando mejorar propiedades del suelo”. (Edward Welling, 2012).

Comprobando que el índice de plasticidad disminuye cuando hay mayoría de polímeros, modifica la falla de corte de frágil a uno dúctil y se mejora la resistencia al corte de las arcillas.

Tingle, 2007, menciona en su investigación que, *“para estabilizaciones de suelos hoy en día son los acetatos vinílicos o los polímeros acrílicos,*

los cuales han resultado ser los más adecuados en las estabilizaciones de suelos que han estudiado, no obstante, resultan generalmente ineficientes en suelos finos debido a su más alta superficie específica de área en comparación con suelos granulares”.

Los tipos de suelos con el que trabaja mejor los polímeros, no presentan características semejantes en su estructura al que el tramo escogido nos presenta, debido a ello no se profundiza la investigación.

1.2.2.2.6. Estabilización con enzimas

Estos son aminoácidos unidos por enlaces moleculares, de función catalizadora. La enzima se aplica en forma líquida lo que permite que el agua drene libremente en toda amplitud de su área, además de ello, se obtienen como resultado valores altos en el CBR, y una permeabilidad más baja por el incremento de la densidad del suelo; pero presenta cualidades que hace que desista de este método; inestabilidad, no puede emplearse en medios orgánicos o en condiciones no suaves como elevada temperatura y presión o valores PH extremos, que por características del lugar, se ve como un método no confiable para su aplicación.

1.2.2.2.3. Estabilización térmica

1.2.2.2.3.1. Calentamiento

“Al calentar la arcilla a una temperatura mayor de 900°C se adquiere gran resistencia que no se pierde ni por inmersión. Un suelo estabilizado se concentra en temperaturas de 200 y 400 °C, donde la rehidratación es irreversible.” (Castro Cuadra, 2017).

Se omite este método para proseguir en su estudio por lo peligroso que puede resultar su desarrollo, debido a que el calentamiento se realiza mediante el rociado de gas en la superficie a mejorar.

1.2.2.2.3.2. Enfriamiento

“El enfriamiento en suelos finos, genera una disminución de la resistencia debido a que la repulsión de las partículas aumenta y causa el movimiento de agua interparticular por el gradiente térmico. Para evitar esos efectos, es necesario estabilizar a temperaturas menores de 0°C para que el agua de los poros se congele y obtener un conjunto rígido con mayor resistencia”. (Castro Cuadra, 2017).

Este método es eficiente, pero por las características climáticas del lugar a estabilizar es un método que por criterio se podría descartar.

1.2.2.3. Propiedades afectadas con la estabilización

Al tratar de estabilizar suelos con el fin de mejorar sus propiedades, se estudia a fondo algunas propiedades, tales como:

1.2.2.3.1. Estabilidad volumétrica

“Esta propiedad esta generalmente relacionada con suelos que se expanden y se contraen por los cambios de humedad relacionados con los cambios climático o alguna actividad propia de la construcción. Las presiones de expansión al no estar controladas, pueden ocasionar perjuicios no medidos en la construcción.” (Castro Cuadra, 2017).

En ensayos como, de corte directo, ensayo de carga repetida, ensayo de deformación y capacidad de soporte de resistencia, se busca modificar la masa del suelo, capaz de resistir presiones internas de expansión.

1.2.2.3.2. Resistencia

Si el suelo es capaz de evitar su deformación y falla ante una carga, se considera suelo apto con resistencia optima, ya que el suelo posee menos resistencia cuando el contenido de humedad es alto.

Según **Montejo Fonseca, 2002**, *“los suelos arcillosos compactados en el lado seco de la curva de compactación, presentan un comportamiento*

elástico y resistencia relativamente alta, mientras que el suelo arcilloso compactado en el lado húmedo, presentaría resistencias bajas y comportamiento plástico o viscoso. Esto se debe a que la alta humedad genera en las partículas de las arcillas un efecto de repulsión, lo que trae como consecuencia que la cohesión sea menor.

1.2.2.3.3. Permeabilidad

De acuerdo a **Castro Cuadra, 2017**, *“el suelo es por su naturaleza permeable, pues a través de sus poros es conductor de agua, que al saturarse llena sus vacíos y pasa a ser impermeable. La permeabilidad se relaciona con dos problemas que se buscan solucionar, la presión de poros y el flujo de agua a través del suelo”.*

1.2.2.3.4. Compresibilidad

La compresibilidad es el grado en que una masa de suelo disminuye su volumen bajo el efecto de una carga. Es mínima en los suelos de textura gruesa, que tienen las partículas en contacto. Aumenta a medida que crece la proporción de partículas pequeñas y llega al máximo en los suelos de grano fino que contienen materia orgánica.

1.2.2.3.5. Durabilidad

Esto se relaciona con la superficie de rodadura o la última capa del pavimento, ya que este se modifica de acuerdo al comportamiento de la abrasión del tránsito, la erosión o los fenómenos producidos al intemperismo.

1.2.3. Agente Estabilizador Megasoil

1.2.3.1. Definición

“Es un compuesto es un producto polimérico estabilizador de suelos de alto desempeño usado en la construcción y mantenimiento de vías públicas y privadas, acceso a centros mineros, estacionamientos, terraplenes, etc.”

(Megasoil – Ficha técnica, 2018).

1.2.3.2. Rango de aplicación

“Una de las grandes ventajas del Megasoil radica en su eficiencia en una gran variedad de tipos de suelos, incluyendo limos, arcillas, gravas, entre otros, y todo con la misma dosificación. Mejorando la resistencia de bases, sub bases, subrasantes y terraplenes.” (Megasoil – Ficha técnica, 2018).

1.2.3.3. Propiedades Físicas

Consistencia: Polvo granulado concentrado.

Color: Verde claro.

Olor: Sin olor u olor leve.

Gravedad específica: De 0,89 a 1.

PH: En solución presenta pH neutro. (Megasoil – Ficha técnica, 2018).

1.2.3.4. Características medioambientales

“No tóxico, químicamente inerte, no inflamable. Producto no peligroso.”
(Megasoil – Ficha técnica, 2018).

1.2.3.5. Comportamiento

“Ligante no iónico en su estado sólido, pero iónico en solución con las sales propias del agua de compactación y suelos. Aglomera y cohesiona las partículas del suelo confiriéndole al mismo una mayor resistencia. Se mantiene estable a través de ciclos secos y húmedos. Reduce el deterioro de la plataforma y la base, sub base y subrasantes de las vías.” (Megasoil – Ficha técnica, 2018).

1.2.3.6. Modo de empleo

“MEGASOIL es esparcido seco mediante el uso de pequeñas y simples unidades esparcidoras manuales que pueden ser proporcionadas por la empresa, BITUMENES DEL PERU. La velocidad de avance por carril en el esparcido es de 3 km/h aproximadamente. Este procedimiento es muy

sencillo y puede ser realizado por cualquier miembro de la cuadrilla que haya sido instruido en poco tiempo en el uso de la esparcidora.” (Megasoil – Ficha técnica, 2018).

1.2.3.7. Modo de acción

“MEGASOIL se disuelve cuando entra en contacto con la humedad del suelo. Luego se mezcla y recubre los agregados gracias al movimiento de mezclado que le da la motoniveladora (u otro tipo de unidad). Una vez que MEGASOIL ha recubierto las partículas del suelo, las cementan unas con otras, confiriéndole gran solidez y resistencia al suelo. La elevación de la resistencia del suelo comienza con la compactación y aumenta conforme este se va secando, por lo tanto, los resultados son muy rápidos.” (Megasoil – Ficha técnica, 2018).

1.2.4. Ensayos De Laboratorio De Mecánica De Suelos

Los ensayos de suelos se ejecutan con muestras extraídas previamente con requerimientos especiales para cada tipo de ensayo, y se desarrollan en los laboratorios de mecánica de suelos, mediante técnicas de reconocimiento físico-mecánico se determina sus características geotécnicas.

1.2.4.1. Ensayos Standares (Subrasante)

1.2.4.1.1. Análisis Granulométrico De Suelos Por Tamizado (MTC E 107- ASTM D422)

1.2.4.1.1.1. Objetivo

Determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de suelo.

Este Modo Operativo describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 75 mm (N.º 200).

1.2.4.1.1.2. Materiales Y Equipos

Materiales

Envases: Adecuados para el manejo y secado de las muestras.

Cepillo y brocha: Para limpiar las mallas de los tamices.

Tamices de malla cuadrada. Incluyen los siguientes:

Cuadro N° 08: Abertura de Tamices generales

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 ½"	38,100
1"	25,400
¾"	19,000
⅜"	9,500
N° 4	4,760
N° 10	2,000
N° 20	0,840
N° 40	0,425
N° 60	0,260
N° 140	0,106
N° 200	0,075

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales 2016. – Pág. 44

Equipos

Dos balanzas: Una con sensibilidad de 0,01 g para pesar material que pase el tamiz de 4,760 mm (N.º 4). Otra con sensibilidad de 0,1% del peso de la muestra, para los materiales retenidos.

Estufa: Capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de 110 ± 5 °C.

1.2.4.1.1.3. Muestra

Según sean las características de los materiales finos de la muestra, el

análisis con tamices se hace, bien con la muestra entera, o bien con parte de ella después de separar los finos por lavado. Si la necesidad del lavado no se puede determinar por examen visual, se seca en el horno una pequeña porción húmeda del material y luego se examina su resistencia en seco rompiéndola entre los dedos. Si se puede romper fácilmente y el material fino se pulveriza bajo la presión de aquellos, entonces el análisis con tamices se puede efectuar sin previo lavado.

Prepárese una muestra para el ensayo como se describe en la preparación de muestras para análisis granulométrico, la cual estará constituida por dos fracciones: una retenida sobre el tamiz de 4,760 mm (N.º 4) y otra que pasa dicho tamiz. Ambas fracciones se ensayarán por separado.

Para la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (N.º 4) el peso dependerá del tamaño máximo de las partículas de acuerdo con el cuadro N° 09:

Cuadro N° 09: Peso mínimo de acuerdo a las partículas retenidas

Diámetro nominal de las partículas más grandes mm (pulg)	Peso mínimo aproximado de la porción (g)
9,5 (3/8")	500
19,6 (3/4")	1000
25,7 (1")	2000
37,5 (1 ½")	3000
50,0 (2")	4000
75,0 (3")	5000

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales 2016. – Pág. 45

El tamaño de la porción que pasa tamiz de 4, 76^o mm (N.º 4) será aproximadamente de 115 g para suelos arenosos y de 65 g para suelos arcillosos y limosos.

Se puede tener una comprobación de los pesos, así como de la completa pulverización de los terrones, pesando la porción de muestra que pasa

el tamiz de 4,760 mm (N.º 4) y agregándole este valor al peso de la porción de muestra lavada y secada en el horno, retenida en el tamiz de 4,760 mm (N.º 4).

1.2.4.1.1.4. Procedimiento

Después de tener la muestra uniforme obtenida por cuarteo, pesar la muestra seleccionada y llevarla al horno durante 24 horas o hasta obtener una masa constante.

Una vez secada la muestra y enfriada, se procede a tomar el peso de la muestra secada al horno.

Tomar el peso del material requerido de acuerdo al cuadro N° 09, y lavarlo a través del tamiz N° 200, luego el material retenido debe secarse en el horno por 24 horas.

Sepárese la porción de muestra retenida en el tamiz N° 4 en una serie de fracciones usando los tamices mostrados en el cuadro N° 08, o los que sean necesarios dependiendo del tipo de muestra, o de las especificaciones para el material que se ensaya. En la operación de tamizado manual se mueve el tamiz o tamices de un lado a otro y recorriendo circunferencias de forma que la muestra se mantenga en movimiento sobre la malla.

Se determina el peso de cada fracción en una balanza con una sensibilidad de 0.1 %. La suma de los pesos de todas las fracciones y el peso, inicial de la muestra no debe diferir en más de 1%.

Se separan mediante cuarteo, 115 g para suelos arenosos y 65 g para suelos arcillosos y limosos, pesándolos con exactitud de 0.1 g.

El análisis granulométrico de la fracción que pasa el tamiz de 4,760 mm (N° 4) se hará por TAMIZADO Y/O SEDIMENTACIÓN según las características de la muestra y según la información requerida.

Esta parte de la porción se procede a analizar de la misma forma que la anterior para el material retenido en el tamiz N° 200, con los tamices mostrados en el cuadro N° 08.

1.2.4.1.1.5. Cálculos

Valores de análisis de tamizado para la porción retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº4):

Se calcula el porcentaje que pasa el tamiz de 4,760 mm (N.º 4), dividiendo el peso que pasa dicho tamiz por el del suelo originalmente tomado y se multiplica el resultado por 100. Para obtener el peso de la porción retenida en el mismo tamiz, réstese del peso original, el peso del pasante por el tamiz de 4,760 mm (N.º 4).

Para comprobar el material que pasa por el tamiz de 9,52 mm (3/8”), se agrega al peso total del suelo que pasa por el tamiz de 4,760 mm (N.º 4), el peso de la fracción que pasa el tamiz de 9,52 mm (3/8”) y que queda retenida en el de 4,760 mm (Nº4). Para los demás tamices se continúa el cálculo de la misma manera.

Para determinar el porcentaje total que pasa por cada tamiz, se divide el peso total que pasa entre el peso total de la muestra y se multiplica el resultado por 100.

Valores del análisis por tamizado para la porción que pasa el tamiz de 4,750 mm (N.º 4):

Se calcula el porcentaje de material que pasa por el tamiz de 0,075 mm (N.º 200) de la siguiente forma:

$$\% \text{ Pasa } 0,075 = \frac{\text{Peso Total} - \text{Peso Retenido en el Tamiz de } 0,075}{\text{Peso Total}} \times 100 \dots\dots\dots (4)$$

Se calcula el porcentaje retenido sobre cada tamiz en la siguiente forma:

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso Retenido en el Tamiz}}{\text{Peso Total}} \times 100 \dots\dots\dots (5)$$

Se calcula el porcentaje más fino. Restando en forma acumulativa de 100 % los porcentajes retenidos sobre cada tamiz.

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido acumulado} \dots \dots \dots (6)$$

La pérdida de peso de una muestra secada al aire cuando se seca posteriormente al horno, expresada como un porcentaje del peso de la muestra secada al horno. Se determina de la manera siguiente:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{W - W_1}{W_1} \times 100 \dots \dots \dots (7)$$

Donde:

W: Es el peso de suelo secado al aire y **W₁:** Es el peso de suelo secado en el horno.

1.2.4.1.2. Determinación Del Contenido De Humedad De Un Suelo (MTC E 108)

1.2.4.1.2.1. Objetivo

La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas.

Este Modo Operativo determina el peso de agua eliminada, secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}^*$. El peso del suelo que permanece del secado en horno es usado como el peso de las partículas sólidas. La pérdida de peso debido al secado es considerada como el peso del agua.

1.2.4.1.2.2. Equipos Y Materiales

Equipos

Horno de secado: Horno de secado termostáticamente controlado, de preferencia uno del tipo tiro forzado, capaz de mantener una temperatura de $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Balanzas: De capacidad conveniente y con las siguientes aproximaciones: De 0,01 g para muestras de menos de 200 g. y de 0,1 g para muestras de más de 200 g.

Materiales

Recipientes: Recipientes apropiados fabricados de material resistente a la corrosión, y al cambio de peso cuando es sometido a enfriamiento o calentamiento continuo, exposición a materiales de pH variable, y a limpieza.

Utensilios para manipulación de recipientes: Se requiere el uso de guantes, tenazas, o un sujetador apropiado para mover y manipular los recipientes calientes después de que se hayan secado.

Otros utensilios: Se requieren el empleo de cuchillos, espátulas, cucharas, lona para cuarteo, divisores de muestras, etc.

1.2.4.1.2.3. Muestra

Las muestras que se almacenen antes de ser ensayadas se mantendrán en contenedores herméticos no corrosibles a una temperatura entre aproximadamente 3 y 30 °C y en un área que prevenga el contacto directo con la luz solar. Las muestras alteradas se almacenarán en recipientes de tal manera que se prevenga o minimice la condensación de humedad en el interior del contenedor.

La determinación del contenido de humedad se realizará tan pronto como sea posible después del muestreo.

1.2.4.1.2.4. Procedimiento

Se obtuvo una muestra del suelo.

Se pesa la tara estando seca y limpia.

Luego se pone la balanza en cero y se pesan dos especímenes de suelo húmedo.

Una vez pesados los especímenes, se procede a llevarlos al horno.

Los especímenes deben ser secados a una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$.
Estos permanecerán secando por 24 horas.

Después de este tiempo se retiran los especímenes del horno, se pesan y se vuelven a ingresar al horno por factor de error por más de 1 hora. Si el peso no varía entonces se toma el primer peso para proceder con los cálculos. Por el contrario, si varía se toma el nuevo peso seco para proceder con los cálculos correspondientes.

1.2.4.1.2.5. Cálculos

Se calcula el contenido de humedad de la muestra, mediante la siguiente fórmula:

$$W = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100 \dots \dots \dots (8)$$

$$W = \frac{M_{cws} - M_{cs}}{M_{cs} - M_c} \times 100 = \frac{M_w}{M_s} \times 100 \dots \dots \dots (9)$$

Donde:

W: Es el contenido de humedad (%); **M_{cws}:** Es el peso del contenedor más el suelo húmedo, en gramos; **M_{cs}:** Es el peso del contenedor más el suelo secado en horno, en gramos; **M_c:** Es el peso del contenedor, en gramos; **M_w:** Es el peso del agua, en gramos y **M_s:** Es el peso de las partículas sólidas, en gramos.

LÍMITES DE CONSISTENCIA

1.2.4.1.3. Determinación Del Límite Líquido De Los Suelos - LL - (MTC E 110)

1.2.4.1.3.1. Objetivo

El límite líquido, el límite plástico, y el índice de plasticidad de suelos con extensamente usados, tanto individual como en conjunto, con otras propiedades de suelo para correlacionarlos con su

comportamiento ingenieril tal como la compresibilidad, permeabilidad, compactibilidad, contracción-expansión y resistencia al corte.

1.2.4.1.3.2. Equipos, Materiales E Insumos

Equipos

Recipiente para Almacenaje. Una vasija de porcelana de 115 mm (4 ½") de diámetro aproximadamente.

Aparato del límite líquido (o de Casagrande).

De operación manual. Es un aparato consistente en una taza de bronce con sus aditamentos.

Acanalador

Calibrador. Ya sea incorporado al ranurador o separado, puede ser, si fuere separada, una barra de metal de $10,00 \pm 0,2$ mm ($0,394 \pm 0,008$ ") de espesor y de 50 mm (2") de largo, aproximadamente.

Recipientes o Pesa Filtros. De material resistente a la corrosión, y cuya masa no cambie con repetidos calentamientos y enfriamientos.

Balanza. Una balanza con sensibilidad de 0,01 g.

Estufa. Termostáticamente controlado y que pueda conservar temperaturas de $110 \pm 5^\circ\text{C}$ para secar la muestra.

Materiales

Espátula. De hoja flexible de unos 75 a 100 mm (3"– 4") de longitud y 20 mm ($\frac{3}{4}$ ") de ancho aproximadamente.

Insumos

Pureza del agua: Cuando este método de ensayo sea referida agua destilada, puede emplearse agua destilada o agua desmineralizada.

1.2.4.1.3.3. Muestra

Se obtiene una porción representativa de la muestra total suficiente para proporcionar 150 g a 200 g de material pasante del tamiz $425 \mu\text{m}$ (N.º

40). Las muestras que fluyen libremente pueden ser reducidas por los métodos de cuarteo o división de muestras. Las muestras cohesivas deben ser mezcladas totalmente en un recipiente con una espátula, o cuchara y se obtendrá una porción representativa de la masa total extrayéndola dos veces con la cuchara.

1.2.4.1.3.4. Procedimiento

Se dispone de muestras de suelo que pasan el tamiz N°40, preparadas previamente y listas para la ejecución del ensayo.

Mezclar completamente el suelo en el recipiente metálico usando la espátula hasta obtener una pasta homogénea y densa que pueda moldearse fácilmente con los dedos.

Colocar una porción de esta pasta en la copa, sobre la parte que descansa en la base, extendiéndola rápida y cuidadosamente con la espátula, cuidando que no queden atrapadas burbujas de aire

Con la espátula enrasar la superficie del suelo de tal manera que tenga una profundidad de 1cm en la sección de espesor máximo, el suelo sobrante regresar al recipiente metálico o de porcelana.

Con el acanalador tipo ASTM realizar un canal en el suelo, evitando deslizarlo de la Copa de manera que el plano de simetría del canal sea perpendicular a la articulación de la copa y procurando, además, que el acanalador se mantenga normal a la superficie de la copa.

Para evitar la rotura de los lados del canal o el deslizamiento del suelo en la copa, se permiten hacer hasta seis recorridos del acanalador, desde atrás hacia adelante; La profundidad del canal se incrementa en cada recorrido y solo el último debe tocar el fondo de la copa canal en lo posible debe realizarse con el menor número de recorridos del acanalador.

Cuidando que la superficie inferior de la copa y la superficie de la base se encuentren libres de suelo y agua, girar la manivela a una velocidad

de 2 golpes/s contar los golpes necesarios para que las dos mitades de suelo se pongan en contacto al fondo del canal en una longitud continua de alrededor de 1.3cm, por fluencia del suelo y no por deslizamiento entre el suelo y la copa. Registrar el número de golpes necesarios para que esto ocurra.

Si el número de golpes para la primera determinación está entre 25 y 45 golpes, continuar normalmente como se indica en el siguiente paso; si no. Añadir agua o secala al aire, lo que fuere más apropiado y repetir los pasos 3 a 7, hasta que esta condición se obtenga.

Regresar el suelo de la copa al recipiente metálico o de porcelana mezclar completamente, limpiar y secar la copa y el acanalador y repetir los pasos de 2 a 6, hasta que se obtenga dos determinaciones congruentes con diferencia máxima de un golpe. Registrar el resultado o promedio de los dos últimos.

Del lugar donde se juntan los bordes del canal, tomar con la espátula una porción de suelo de alrededor de 20 g, colocarlo en un recipiente adecuado y determinar el contenido de agua.

Repetir los pasos 2 a 9 por lo menos cuatro veces, usando el mismo suelo con nuevos incrementos de agua, los cuales deben hacerse de tal manera que el número de golpes necesarios para cerrar el canal varíe de 45 a 5, de modo que dos ensayos estén bajo los 25 golpes y dos sobre los 25 golpes.

Para efectuar los distintos ensayos, hacer el amasado del suelo únicamente mediante el aumento progresivo de agua, de tal manera que cada vez el suelo se torne más fluido.

1.2.4.1.3.5. Cálculos

Representar la relación entre el contenido de humedad, W^n , y el número de golpes correspondientes, N , de la copa sobre un gráfico semilogarítmico con el contenido de humedad como ordenada sobre la escala aritmética, y el número de golpes como abscisa en escala

logarítmica. Trazar la mejor línea recta que pase por los tres o más puntos graficados.

Tomar el contenido de humedad correspondiente a la intersección de la línea con la abscisa de 25 golpes como el límite líquido del suelo. El método gráfico puede sustituir los métodos de ajuste para encontrar una línea recta con los datos, para encontrar el límite líquido.

1.2.4.1.4. Determinación Del Límite Plástico – LP – De Los Suelos e Índice de Plasticidad – IP – (MTC E 111)

1.2.4.1.4.1. Objetivo

Se denomina límite plástico (L.P.) a la humedad más baja con la que pueden formarse barritas de suelo de unos 3,2 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se desmoronen.

1.2.4.1.4.2. Equipos

Espátula, de hoja flexible, de unos 75 a 100 mm (3" – 4") de longitud por 20 mm (3/4") de ancho.

Recipiente para almacenaje, de porcelana o similar, de 115 mm (4 1/2") de diámetro.

Balanza, con aproximación a 0,01 g.

Horno o Estufa, termostáticamente controlado regulable a 110 ± 5 °C.

Tamiz, de 426 μm (N° 40).

Agua destilada.

Vidrios de reloj, o recipientes adecuados para determinación de humedades.

Superficie de rodadura. Comúnmente se utiliza un vidrio grueso esmerilado.

1.2.4.1.4.3. Muestra

Si se requieren el límite líquido y el límite plástico, se toma una muestra de unos 15 g de la porción de suelo humedecida y amasada, preparada de acuerdo con la Norma MTC E 110. La muestra debe tomarse en una etapa del proceso de amasado en que se pueda formar fácilmente con ella una esfera, sin que se pegue demasiado a los dedos al aplastarla. Si el ensayo se ejecuta después de realizar el del límite líquido y en dicho intervalo la muestra se ha secado, se añade más agua.

1.2.4.1.4.4. Procedimiento

Se moldea la mitad de la muestra en forma de elipsoide y, a continuación, se rueda con los dedos de la mano sobre una superficie lisa, con la presión estrictamente necesaria para formar cilindros.

Si antes de llegar el cilindro a un diámetro de unos 3,2 mm (1/8") no se ha desmoronado, se vuelve a hacer un elipsoide y a repetir el proceso, cuantas veces sea necesario, hasta que se desmorone aproximadamente con dicho diámetro.

El desmoronamiento puede manifestarse de modo distinto, en los diversos tipos de suelo: En suelos muy plásticos, el cilindro queda dividido en trozos de unos 6 mm de longitud, mientras que en suelos plásticos los trozos son más pequeños.

Porción así obtenida se coloca en vidrios de reloj o pesa-filtros tarados, se continúa el proceso hasta reunir unos 6 g de suelo y se determina la humedad de acuerdo con la norma MTC E 108.

Se repite, con la otra mitad de la masa, los 3 procesos indicados anteriormente.

1.2.4.1.4.5. Cálculos

Cálculo De Limite Plástico

Calcular el promedio de dos contenidos de humedad. Repetir el ensayo

si la diferencia entre los dos contenidos de humedad es mayor que el rango aceptable para los dos resultados listados en el cuadro N° 10 para la precisión de un operador.

Cuadro N° 10: Aparato manual para limite liquido

Índice de precisión y tipo de ensayo	Desviación Estándar	Rango Aceptable de dos resultados
Precisión de un operador simple		
Límite Plástico	0,9	2,6
Precisión Multilaboratorio		
Límite Plástico	3,7	10,6

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales 2016. – Pág. 73

El límite plástico es el promedio de las humedades de ambas determinaciones. Se expresa como porcentaje de humedad, con aproximación a un entero y se calcula así:

$$\text{Límite Plástico} = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100 \dots \dots \dots (12)$$

Cálculo De Índice De Plasticidad

Se puede definir el índice de plasticidad de un suelo como la diferencia entre su límite líquido y su límite plástico.

$$I.P. = L.L. - L.P. \dots \dots \dots (13)$$

Donde:

L.L.: Es el número de golpes requeridos para cerrar la ranura para el contenido de humedad; **P.L.:** es el contenido de humedad del suelo; **L.L** y **L.P**, son números reales.

Cuando el límite líquido o el límite plástico no puedan determinarse, el índice de plasticidad se tomará con la abreviatura NP (no plástico).

Así mismo, cuando el límite plástico resulte igual o mayor que el límite

líquido, el índice de plasticidad se tomará como NP (no plástico).

1.2.4.2. Ensayos Especiales (Subrasante)

1.4.4.2.1. Compactación De Suelos En Laboratorio Utilizando Una Energía Modificada (Proctor Modificado) (MTC E 115)

1.4.4.2.1.1. Objetivo

Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en Laboratorio, para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 101,6 o 152,4 mm (4 o 6 pulg) de diámetro con un pisón de 44,5 N (10 lbf) que cae de una altura de 457 mm (18 pulg), produciendo una Energía de Compactación de (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pie³)).

Método “C”

Molde: 152,4 mm (6 pulg) de diámetro.

Materiales: Se emplea el que pasa por el tamiz 19,0 mm ($\frac{3}{4}$ pulg).

Número de Capas: 5

Golpes por Capa: 56

Uso: Cuando más del 20% en peso del material se retiene en el tamiz 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ pulg) y menos de 30% en peso es retenido en el tamiz 19,0 mm ($\frac{3}{4}$ pulg).

1.4.4.2.1.2. Equipos Y Materiales

Equipos

Ensamblaje del Molde: Los moldes deben de ser cilíndricos hechos de materiales rígidos y con capacidad que se indican a continuación de este ensayo. Las paredes del molde deberán ser sólidas, partidas o ahusadas. El tipo “partido” deberá tener dos medias secciones circulares, o una sección de tubo dividido a lo largo de un elemento que

se pueda cerrar en forma segura formando un cilindro que reúna los requisitos de esta sección. El tipo “ahusado” debe tener un diámetro interno tipo tapa que sea uniforme y no mida más de 16,7 mm/m (0,200 pulg/pie) de la altura del molde. Cada molde tiene un plato base y un collar de extensión ensamblado, ambos de metal rígido y contruidos de modo que puedan adherir de forma segura y fácil de desmoldar. El ensamblaje collar de extensión debe tener una altura que sobrepase la parte más alta del molde por lo menos 50,8 mm (2,0 pulg) con una sección superior que sobrepasa para formar un tubo con una sección cilíndrica recta de por lo menos 19,0 mm (0,75 pulg), por debajo de ésta. El collar de extensión debe de alinearse con el interior del molde, la parte inferior del plato base y del área central ahuecada que acepta el molde cilíndrico debe ser plana.

Molde de 6 pulgadas: Un molde que tenga en promedio $152,4 \pm 0,7$ mm ($6,000 \pm 0,026$ pulg) de diámetro interior, una altura de: $116,4 \pm 0,5$ mm ($4,584 \pm 0,018$ pulg) y un volumen de $2\ 124 \pm 25$ cm³ ($0,075 \pm 0,0009$ pie³).

Pisón o Martillo: El pisón debe caer libremente a una distancia de $457,2 \pm 1,6$ mm ($18 \pm 0,05$ pulg) de la superficie de espécimen. La masa del pisón será $4,54 \pm 0,01$ kg ($10 \pm 0,02$ lb-m), salvo que la masa pisón mecánico se ajuste al descrito en el Método de Ensayo ASTM D 2168. La cara del pisón que golpea deberá ser plana y circular, excepto el nombrado en 4.1.2.3 de este ensayo con un diámetro de $50,80 \pm 0,13$ mm ($2,000 \pm 0,005$ pulg), El pisón deberá ser reemplazado si la cara que golpea se desgasta ó se deforma al punto que el diámetro sobrepase los $50,800 \pm 0,25$ mm ($2,000 \pm 0,01$ pulg).

Extractor de Muestras (opcional): Puede ser una gata, estructura u otro mecanismo adaptado con el propósito de extraer los especímenes compactados del molde.

Balanza: Una balanza de tipo GP5 que reúna los requisitos de la Especificación ASTM D 4753, para una aproximación de 1 gramo.

Horno de Secado: Con control termostático preferiblemente del tipo de ventilación forzada, capaz de mantener una temperatura uniforme de 110 ± 5 °C a través de la cámara de secado.

Materiales

Regla: Una regla recta metálica, rígida de una longitud conveniente pero no menor que 254 mm (10 pulgadas). La longitud total de la regla recta debe ajustarse directamente a una tolerancia de $\pm 0,1$ mm ($\pm 0,005$ pulg). El borde de arrastre debe ser biselado si es más grueso que 3 mm (1/8”).

Tamices o Mallas: De 19,0 mm ($\frac{3}{4}$ pulg), 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ pulg) y 4,75mm (N.º 4), conforme a los requisitos de las especificaciones ASTM E11.

Herramientas de Mezcla: Diversas herramientas tales como cucharas, morteros, mezclador, paleta, espátula, botella de spray, etc. o un aparato mecánico apropiado para la mezcla completo de muestra de suelo con incrementos de agua.

1.4.4.2.1.3. Muestra

La masa es aproximadamente de 16 kg (35 lbm) de suelo seco. Debido a esto, la muestra de campo debe tener un peso húmedo de al menos 23 kg.

Determinar el porcentaje de material retenido en la malla 4,75mm (N.º 4), 9,5mm ($\frac{3}{8}$ pulg) o 19.0mm ($\frac{3}{4}$ pulg) Realizar esta determinación separando una porción representativa de la muestra total y establecer los porcentajes que pasan las mallas de interés mediante el Método de Análisis por tamizado de Agregado Grueso y Fino (NTP 339.128 o ASTM C 136). Sólo es necesario para calcular los porcentajes para un tamiz o tamices de las cuales la información que se desease quiere determinar sólo el L.P., se toman aproximadamente 20 g de la muestra que pase por el tamiz de 426 mm (Nº 40), preparado para el ensayo de límite líquido.

1.4.4.2.1.4. Procedimiento

Preparación De Aparatos

Tomar 16 kg (peso nominal) de suelo secado al aire, desmenuzado para que pase a través del tamiz # 4; luego debe ser mezclado con la cantidad de agua necesaria para alcanzar el contenido de humedad basado en porcentaje de peso seco; la humedad deberá ser, para este primer ensayo, aproximadamente un 4 a 5 % menor que la humedad óptima estimada; debe quedar claro que el suelo y el agua en un ensayo deberían mezclarse con anterioridad y dejarse curar - para asegurar su distribución homogénea - durante 24 horas cuando se trabaja con suelos cuyos finos sean plásticos.

Pesar el molde de compactación, sin incluir la base ni el collar.

Medir las dimensiones internas del molde de compactación para determinar su volumen.

Compactar el suelo en 5 capas aplicando 56 golpes sobre cada una (para molde grande); se debe procurar que la última capa quede por sobre la altura del molde de compactación; en caso que la superficie de la última capa quedara bajo la altura del molde, se debe repetir el ensayo; se debe evitar además que esta última capa exceda en altura el nivel del molde en más de 6 mm ya que al enrasar se estaría eliminando una parte significativa del material compactado, disminuyendo la energía de compactación por unidad de volumen.

Retirar cuidadosamente el collar de compactación, evitar girar el collar; en caso que se encuentre muy apretado, retirar con espátula el suelo que se encuentra adherido a los bordes por sobre el nivel del molde; finalmente enrasar perfectamente la superficie de suelo a nivel del plano superior del molde.

Pesar el molde con el suelo compactado y enrasado.

Extraer el suelo del molde y tomar una muestra representativa para determinar el contenido de humedad.

Desmenuzar el suelo compactado y mezclarlo con suelo aún no utilizado; agregar un 2% de agua (en relación a los 7 kg) y repetir los pasos 4 a 8; realizar la cantidad de ensayos que el instructor indique, suficientes para obtener una cantidad de puntos que permita determinar la humedad óptima y la densidad máxima. Luego volver al laboratorio para obtener los pesos secos de las muestras de humedad.

1.4.4.2.1.5. Cálculos

Calcule el Peso Unitario Seco y Contenido de Agua para cada espécimen compactado como se explica en los siguientes ítems de este ensayo, plotee los valores y dibuje la curva de compactación como una curva suave a través de los puntos. Plotee el Peso Unitario Seco con aproximación 0,2 kN/m³ (0,1 lbf/pie³) y contenido de agua aproximado a 0,1%. En base a la curva de compactación, determine el Óptimo Contenido de Agua y el Peso Unitario Seco Máximo. Si más de 5% en peso del material sobredimensionado (tamaño mayor) fue removido de la muestra, calcular el Peso unitario seco máximo y óptimo contenido de Humedad corregido del material total usando la Norma ASTM D 4718 y calcular el promedio de los contenidos de humedad.

Plotear la curva de saturación al 100%.

Calcular el contenido de agua.

Peso Unitario Seco: Calcular la densidad húmeda, la densidad seca y luego el Peso Unitario Seco como sigue:

$$\rho_m = 1000 \times \frac{(M_t - M_{md})^2}{V} \dots \dots \dots (16)$$

Donde:

- ρ_m**: Es la densidad Húmeda del espécimen compactado (Mg/m³);
- M_t**: Es la masa del espécimen húmedo y molde (kg); **M_{md}**: Es la masa del molde de compactación (kg) y **V**: Es el volumen del molde de compactación (m³).

$$\rho_d = \frac{\rho_m}{1 + \frac{w}{100}} \dots \dots \dots (17)$$

Donde:

ρ_d : Es la densidad seca del espécimen compactado (Mg/m³) y **w**: Es el contenido de agua (%).

$$\gamma_d = 62,43 \rho_d \text{ en lbf/pie}^3 \dots \dots \dots (18)$$

$$\gamma_d = 9,807 \rho_d \text{ en kN/m}^3 \dots \dots \dots (19)$$

Donde:

γ_d : Es el peso unitario seco del espécimen compactado.

En el cálculo de los puntos para el ploteo de la curva de 100% de saturación o curva de relación de vacíos cero del peso unitario seco, seleccione los valores correspondientes de contenido de agua a la condición de 100% de saturación como sigue:

$$W_{sat} = \frac{(\gamma_w)(G_s) - \gamma_d}{(\gamma_d)(G_s)} \times 100 \dots \dots \dots (20)$$

Donde:

W_{sat} : Es el contenido de agua para una saturación completa (%); **γ_w** : Es el peso unitario del agua 9,807kN/m³ o (62,43 lbf/ pie³); **γ_d** : Es el peso unitario seco del suelo y **G_s** : Es la gravedad específica del suelo.

1.4.4.2.2. CBR De Suelos – Laboratorio (MTC E 132)

1.4.4.2.2.1. Objetivo

El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad; pero también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno.

Este método de ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de subrasante, sub base y material de base, incluyendo materiales reciclados para usar en pavimentos de vías y de campos de aterrizaje.

El valor de CBR obtenido en esta prueba forma una parte integral de varios métodos de diseño de pavimento flexible.

Este índice se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, sub base y afirmado.

1.4.4.2.2. Equipos Y Materiales

Para la compactación

Molde de diámetro de = 6", altura de 7" a 8" y un collar de 2".

Disco espaciador de acero diámetro 5 15/16" y una altura 2.5"

Martillo con un peso de 10 lb. Y una altura de caída de 18".

Trípode y dial deformímetro con aprox. 0.001".

Pesas de anulares de 5 lbs c/u (2 pesas).

Para la prueba de penetración

Pistón sección circular Diámetro de 2 pulg.

Aparato para aplicar la carga: Prensa hidráulica. V= 0.05 pulg/min. Con anillo calibrado.

Herramientas varias: balanza, tamices, cronómetro, papel filtro, horno, tanques para inmersión de muestra a saturar, etc.

1.4.4.2.2.3. Muestra

Lo primero que haremos es preparar el material para el ensayo.

Secar el material al sol o en un horno a una temperatura de 60°C

Desmenuzar los terrones (podemos usar un mazo con cabeza de hule) debemos cuidar de no romper las partículas individuales en la muestra.

CuarTEAMOS y conseguimos aproximadamente 20 kg. De material. (basado en una curva de 3 puntos)

Tamizamos por el tamiz 3/4"

El material retenido en el tamiz $\frac{3}{4}$ " lo pesamos y reemplazamos por material retenido entre $\frac{3}{4}$ " y #4 (debemos tamizar aparte otra cantidad de material por el tamiz $\frac{3}{4}$ " y el #4 para tener material para reemplazar).

Con la ayuda de una espátula ancha mezclamos todo muy bien

Obtenemos la humedad que tiene el material en ese momento

Llevar el material a la condición del O.C.H conseguida con el Proctor.

1.4.4.2.2.4. Procedimiento

Compactación

En el cilindro con su collar colocamos el espaciador y el papel filtro,

Llenamos el molde en 5 capas compactamos con los golpes necesarios para cada espécimen, conservar material para verificar la humedad del espécimen.

Tenemos que hacer uno con 10, 25, 56 golpes por capa

Quitamos el collar y enrasamos bien

Volteamos el molde

Quitamos el disco espaciador y el filtro

Determinamos la densidad y la humedad de la muestra

Ponemos el filtro sobre la superficie enrasada y esta va a ser la parte inferior de la muestra

En la parte donde estaba el espaciador colocamos otro filtro y

El plato con un vástago graduable

Sobre este plato se colocan las sobrecargas necesarias (mínimo 4.5 Kg)

Se coloca el molde dentro de un recipiente con agua suficiente para que pueda cubrir por completo el molde

Se monta el trípode con un extensómetro y se toma una lectura inicial y se tomará cada 24 horas

Después de 96 horas o antes, depende si el material es expansivo o no

se tomará la última lectura para calcular el hinchamiento.

Penetración

Sujetamos bien el plato que pusimos sobre el espécimen y lo inclinamos para drenar la muestra por aproximadamente 15 minutos

Removemos el plato disco, filtro y los contrapesos

Pesamos la muestra

Se ponen los contrapesos necesarios para semejar el peso del pavimento (generalmente podemos usar los contrapesos utilizados en la saturación)

Colocamos el espécimen en una prensa y aplicamos una carga de 10 lb para asentar el pistón.

Ajustamos el dial de carga y el deformímetro a ceros.

Iniciamos la penetración a una rata de velocidad de 0.05" /min

Hacemos lecturas cada 0.025" de penetración y anotamos la carga que se ha conseguido en cada punto, cuando llegemos a 0.5" paramos de leer y soltamos la carga, de acuerdo al cuadro N° 11.

Cuadro N° 11: Penetraciones definidas para el ensayo

Milímetros	Pulgadas
0,63	0,025
1,27	0,050
1,90	0,075
2,54	0,100
3,17	0,125
3,81	0,150
5,08	0,200
7,62	0,300
10,16	0,400
12,70	0,500

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales 2016 – Pág. 254

* Estas lecturas se hacen si se desea definir la forma de la curva, pero no son indispensables.

Retiramos el espécimen de la prensa.

Finalmente, se desmonta el molde y se toma de su parte superior, en la zona próxima a donde se hizo la penetración, una muestra para determinar su humedad. (superior, medio, inferior de la muestra).

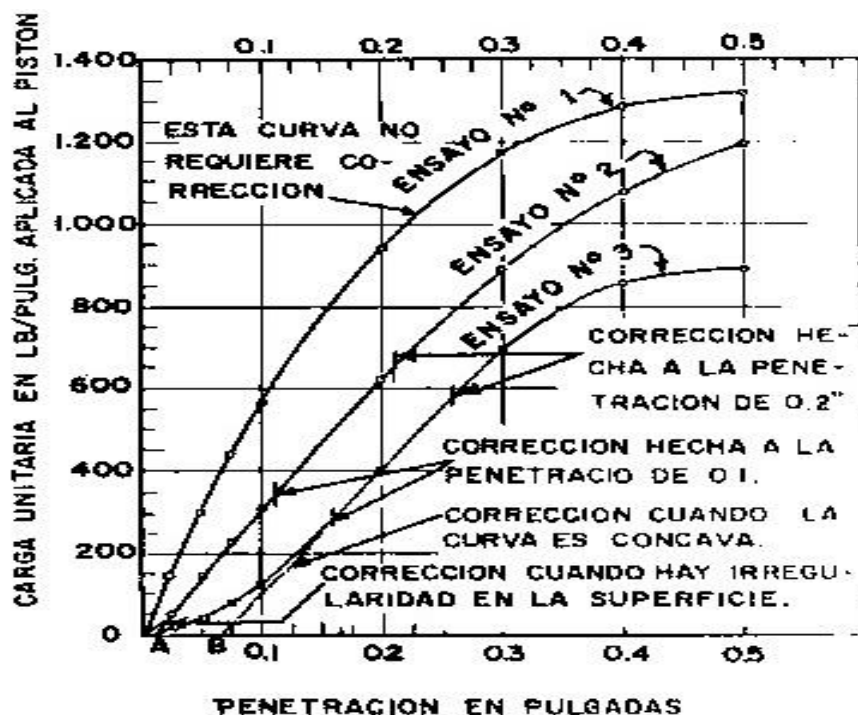
1.4.4.2.2.5. Cálculos

Las lecturas tomadas, tanto de las penetraciones como de las cargas, se representan gráficamente en un sistema de coordenadas como se indica en el gráfico N° 05.

Si la curva esfuerzo - penetración que se obtiene es semejante a la del ensayo No. 1 del gráfico N° 05, los valores anotados serán los que se tomen en cuenta para el cálculo de CBR.

En cambio, si las curvas son semejantes a las correspondientes a los No. 2 y 3, las curvas deberán ser corregidas trazando tangentes en la forma indicada en el gráfico N° 05. Los puntos A y B, donde dichas tangentes cortan el eje de abscisas, serán los nuevos ceros de las curvas.

Gráfico N° 05: Curva para cálculo de índice de CBR



Fuente: Manual de Ensayo de Materiales 2016

Las cargas unitarias y penetraciones se determinarán a partir de estos ceros. Si analizamos la curva del ensayo No. 3 tendremos que el esfuerzo correspondiente a la penetración corregida de 0.1” será de 300 lb/pulg2 en lugar de 120 lb/pulg2, que es la correspondiente a la lectura inicial sin corregir de 0.1”.

Si los CBR para 0.1” y 0.2” son semejantes, se recomienda usar en los cálculos, el CBR correspondiente a 0.2”. Si el CBR correspondiente a 0.2” es muy superior al CBR correspondiente al 0.1”, deberá repetirse el ensayo.

1.4.5. Pavimento Flexible

La metodología que se emplea para el diseño de pavimento en esta investigación, se realiza de acuerdo a la guía AASHTO 1993 con un periodo de diseño de 20 años para su estructura.

Los pavimentos flexibles están constituidos por una serie de capas denominadas de arriba abajo, superficie de rodadura o capa asfáltica, base granular y sub base granular asentada sobre una subrasante nivelada y compactada mínimo al 95% de la MDS del ensayo proctor modificado.

1.4.5.1. Periodo de diseño

El periodo de diseño que se empleará para el desarrollo de esta investigación será hasta de 20 años.

1.4.5.2. Variables

La ecuación básica para el diseño de la estructura de un pavimento flexible es la siguiente:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_0 + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(MR) - 8.07$$

..... (21)

1.4.5.2.1. W18

Es el Número Acumulado de Ejes Simples Equivalentes a 18000 lb (80 kN) para el periodo de diseño, corresponde al Número de Repeticiones de EE de 8.2t.

1.4.5.2.2. Módulo de Resiliencia (Mr)

“Es una medida de la rigidez del suelo de subrasante correlacionada con el CBR”. (MEPDG - Mechanistic Empirical Pavement Design Guide):

$$Mr \text{ (psi)} = 2555 \times CBR^{0.64} \dots \dots \dots (22)$$

1.4.5.2.3. Confiabilidad (%R)

El método **AASHTO** incorpora el criterio de la confiabilidad (%R) que representa la probabilidad que una determinada estructura se comporte, durante su periodo de diseño, de acuerdo con lo previsto. Esta probabilidad está en función de la variabilidad de los factores que influyen sobre la estructura del pavimento y su comportamiento.

Cuadro N° 12: Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad Para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según rango de Tráfico

TIPOS DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMUADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD %R
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,000	150,000	65%
	T _{P1}	150,001	300,000	70%
	T _{P2}	300,001	500,000	75%
	T _{P3}	500,001	750,000	80%
	T _{P4}	750 001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	85%
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	85%
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	90%
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	90%
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	90%
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	95%
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	95%
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	95%
	T _{P15}		>30'000,000	95%

Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO – 1993

1.4.5.2.4. Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Zr)

El coeficiente estadístico de Desviación Estándar Normal (Zr) representa el valor de la Confiabilidad seleccionada, para un conjunto de datos en una distribución normal. Se determina de acuerdo al N° de ESAL calculado previamente.

Cuadro N° 13: Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Zr) - Para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) Según el Nivel de confiabilidad seleccionado y el Rango de Tráfico

TIPOS DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTANDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,001	150,000	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	-0.842
	T _{P4}	750 001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	-1.036
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	-1.036
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	-1.036
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	-1.282
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	-1.282
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	-1.282
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	-1.282
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	-1.645
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	-1.645
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	-1.645
	T _{P15}	>30'000,000		-1.645

Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO - 1993

1.4.5.2.5. Desviación Estándar Combinada (So)

La Desviación Estándar Combinada (So), es un valor que toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y de los otros factores que afectan el comportamiento del pavimento; como, por ejemplo, construcción, medio ambiente, incertidumbre del modelo. La Guía **AASHTO** recomienda adoptar para los pavimentos flexibles, valores de So comprendidos entre 0.40 y 0.50, en el presente Manual se adopta para los diseños recomendados el valor de 0.45. (Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - 2014).

1.4.5.2.6. Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)

El Índice de Serviciabilidad Presente es la comodidad de circulación ofrecida al usuario. Su valor varía de 0 a 5. Un valor de 5 refleja la mejor comodidad teórica (difícil de alcanzar) y por el contrario un valor de 0 refleja el peor. Cuando la condición de la vía decrece por deterioro, el PSI también decrece. (Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - 2014)

1.4.5.2.6.1. Serviciabilidad Inicial (Pi)

La Serviciabilidad Inicial (Pi) es la condición de una vía recientemente construida. A continuación, se indican los índices de servicio inicial para los diferentes tipos de tráfico:

Cuadro N° 14: Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi) - Según Rango de Tráfico

Tipos de caminos	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIALIDAD INICIAL (Pi)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,001	150,000	3.80
	T _{P1}	150,001	300,000	3.80
	T _{P2}	300,001	500,000	3.80
	T _{P3}	500,001	750,000	3.80
	T _{P4}	750 001	1,000,000	3.80
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	4.00
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	4.00
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	4.00
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	4.00
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	4.00
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	4.00
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	4.00
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	4.20
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	4.20
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	4.20
	T _{P15}		>30'000,000	4.20

Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO - 1993

1.4.5.2.6.2. Serviciabilidad Final o Terminal (PT)

La Serviciabilidad Terminal (Pt) es la condición de una vía que ha alcanzado la necesidad de algún tipo de rehabilitación o reconstrucción.

Cuadro N° 15: Índice de Serviciabilidad final (Pt) - Según Rango de Tráfico

Tipos de caminos	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIALIDAD FINAL (Pt)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,001	150,000	2.00
	T _{P1}	150,001	300,000	2.00
	T _{P2}	300,001	500,000	2.00
	T _{P3}	500,001	750,000	2.00
	T _{P4}	750 001	1,000,000	2.00
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	2.50
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	2.50
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	2.50
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	2.50
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	2.50
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	2.50
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	2.50
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	3.00
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	3.00
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	3.00
	T _{P15}	>30'000,000		3.00

Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO - 1993

1.4.5.2.7. Numero Estructural Requerido (SNR)

Los datos obtenidos y procesados se aplican a la ecuación de diseño **AASHTO** y se obtiene el Número Estructural, que representa el espesor total del pavimento a colocar y debe ser transformado al espesor efectivo de cada una de las capas que lo constituirán, o sea de la capa de rodadura, de base y de sub base, mediante el uso de los coeficientes estructurales, esta conversión se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3 \dots \dots \dots (23)$$

Donde:

a1, a2, a3: Son los coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y sub base, respectivamente; **d1, d2, d3:** Son los espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y sub base, respectivamente; **m2, m3:** Son los coeficientes de drenaje para las capas de base y sub base, respectivamente.

Según **AASHTO** la ecuación SN no tiene una solución única, es decir hay muchas combinaciones de espesores de cada capa que dan una solución satisfactoria.

Cuadro N° 16(a): Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento ai – Capa Superficial

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEF. ESTR. ai (cm)	OBSERVACIÓN
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 oC (68 oF)	a ₁	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión.	a ₁	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Micropavimento 25mm	a ₁	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Tratamiento Superficial Bicapa.	a ₁	0.250 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12mm.	a ₁	0.150 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000EE No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) Valor Global (no se considera el espesor)			

Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO – 1993

*Cuadro N° 16(b): Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento ai
– Base Granular*

Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a ₂	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 5'000,000 EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a ₂	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico > 5'000,000 EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a _{2a}	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²)	a _{2b}	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²)	a _{2c}	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico

Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO – 1993

*Cuadro N° 16(c): Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento ai
– Sub Base Granular*

Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a ₃	0.047 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico ≤ 15'000,000 EE
Sub Base Granular CBR 60%, compactada al 100% de la MDS	a ₃	0.050 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico > 15'000,000 EE

Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO – 1993

La ecuación SN de AASHTO, también requiere del coeficiente de drenaje de las capas granulares de base y sub base. Este coeficiente tiene por finalidad tomar en cuenta la influencia del drenaje en la estructura del pavimento. El valor del coeficiente de drenaje esta dado por dos variables que son:

El valor del coeficiente de drenaje esta dado por dos variables que son:

- a. La calidad del drenaje.
- b. Exposición a la saturación, que es el porcentaje de tiempo durante el año en que un pavimento está expuesto a niveles de humedad que se aproximan a la saturación.

El cuadro N° 17 presenta valores de la calidad de drenaje con el tiempo que tarda el agua en ser evacuada.

Cuadro N° 17: Calidad de Drenaje

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	El agua no evacua

Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO - 1993

El Cuadro N° 18 presenta valores de coeficiente de drenaje m_i , para porcentajes del tiempo en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación y calidad del drenaje.

Cuadro N° 18: Valores recomendados del Coeficiente de Drenaje m_i Para Bases y Sub Bases granulares no tratadas en Pavimentos Flexibles

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTA EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN.			
	MENOR QUE 1%	1% - 5%	5% - 25%	MAYOR QUE 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 - 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO - 1993

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

Es posible diseñar un pavimento flexible con subrasante mejorada con aditivo en la Prolongación del Jirón Recreo cuadras del 12 al 16, Banda de Shilcayo, San Martín, San Martín, 2019.

1.5.2. Hipótesis Especificas

Es posible alcanzar con el aditivo las características de una sub base en función del CBR al suelo arcilloso de la subrasante en la Prolongación del Jirón Recreo cuadras del 12 al 16, Banda de Shilcayo, San Martín, San Martín, 2019.

Es posible evaluar la estructura del pavimento flexible omitiendo la sub base al tener una subrasante mejorada en la Prolongación del Jirón Recreo cuadras del 12 al 16, Banda de Shilcayo, San Martín, San Martín, 2019.

1.6. Variables, Indicadores E Índices

1.6.1. Variable Independiente

Aditivo Megasoil

1.6.2. Variable Dependiente

Subrasante de Prolongación Recreo cuadras del 12 al 16.

CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Tipo Y Diseño De Investigación

La investigación corresponde a un diseño experimental, de tipo experimental, porque las muestras están definidas.

2.1.1. Experimental

Porque permite identificar el objeto de estudio, demostrando mediante ensayos la cantidad optima de aditivo a utilizar 0.7 g, 0.90 g, 1.10 g, 1.13 g, patrones tomados en promedio a la dosificación estándar especificados en la ficha técnica del estabilizador, hasta alcanzar un CBR estructuralmente semejante a una sub base con la finalidad de omitir esta capa.

2.2. Población Y Muestra

2.2.1. Población

Cuadras del 12 al 16 de Prolongación Recreo – Banda de Shilcayo.

2.2.2. Muestra

Seis (6) calicatas que representen el total del tramo de las cuadras del 12 al 16 de Prolongación Recreo – Banda de Shilcayo.

2.3. Técnica, Instrumentos Y Procedimientos De Recolección De Datos

2.3.1. Técnica de Recolección de Datos

La técnica empleada en la recolección de datos son los que se extrae de los ensayos del laboratorio, verificados mediante la observación directa y de campo la estabilidad de la subrasante con y sin aditivo, comparando mediante varios ensayos un porcentaje óptimo para encontrar la cantidad de aditivo a utilizar en el tramo estudiado.

2.3.2. Instrumentos de Recolección de Datos

Los instrumentos empleados en la recolección son:

Las técnicas para la recolección de datos de las muestras de suelo se extrajeron de los ensayos necesarios para la investigación indicadas en la sección N.º 1 Suelos, del manual de ensayo de materiales (Manual de Ensayo de Materiales – MTC, 2016) aprobado por (Resolución Directoral N° 18-2016-MTC/14).

2.3.3. Procedimientos de Recolección de Datos

Los procedimientos que se siguieron en la recolección de datos son:

- ✓ Toma de muestras, se realizó la excavación de los pozos de exploración a cielo abierto, ubicando el punto de inicio el cruce de la ex carretera a Yurimaguas con el jirón Recreo, hasta el Km 2+100 de La Carretera Interoceánica Norte 5N, Tramo Tarapoto – Yurimaguas, Banda de Shilcayo. Se realizaron 6 calicatas; con aproximadamente 120 m de separaciones entre sí, fueron ubicadas tomándose sus coordenadas UTM y sus progresiva respectivamente, viendo en el recorrido, que la naturaleza del suelo no evidencia un cambio significativo en sus características por lo que facilitó la identificación del punto más crítico a estudiar.

Cuadro N° 19: Ubicación de Calicatas

CALICATA	PROFUNDIDA D (m)	PROGRESIVA	COORDENADAS UTM	
			ESTE	NORTE
C-1	1.80	Km. 00+000	351428	9282076
C-2	1.80	Km. 00+119	351542	9282033
C-3	1.80	Km. 00+240	351633	9281957
C-4	1.80	Km. 00+358	351746	9281925
C-5	1.80	Km. 00+480	351865	9281912
C-6	1.80	Km. 01+612	351996	9281901

Fuente: Elaboración Propia (2019)

- ✓ Elaboración de los siguientes ensayos:
 1. Granulometría
 2. Contenido de Humedad
 3. Peso Específico Relativo Sólido (Gs)
 4. Límite de Consistencia
 - *Límite Líquido*
 - *Límite Plástico*
 - *Índice Plástico*
 5. Proctor
 6. CBR de la Subrasante sin aditivo
 7. CBR de la Subrasante con aditivo
- ✓ Determinación del CBR de la subrasante del suelo estabilizado.
- ✓ Procesamiento de los datos obtenidos en el laboratorio.
- ✓ Análisis e interpretación de los datos.
- ✓ Cálculo y diseño final del pavimento flexible de acuerdo a los datos exactos y/o reales obtenidos en laboratorio.
- ✓ Elaboración del informe de la tesis.
- ✓ Presentación del informe de la tesis.
- ✓ Aprobación del informe de la tesis.
- ✓ Sustentación de la tesis.

2.4. Procesamiento De Datos Y Análisis Estadísticos

Se procesó la información de forma computarizada utilizando el paquete estadístico computacional Microsoft Office y S10 Costos y Presupuestos sobre la base de datos obtenidos en laboratorio. Elaborando diagramas, gráficos y cuadros comparativos que permitan dar un enfoque real y estadístico en cuanto al costo económico que resultará elaborar el diseño alternativo de pavimento flexible solo con mejorar el CBR de la Subrasante.

CAPITULO III: RESULTADO Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

De acuerdo a los ensayos realizados en el laboratorio y gabinete se ha obtenido los siguientes resultados:

3.1.1. Propiedades y Clasificación de los suelos de la subrasante sin aditivo (Ver detalle - Anexo 6.1.1.1)

A continuación, se muestra el resumen de las propiedades físicas, mecánicas y la clasificación de los tipos de suelos encontrados en el tramo:

Cuadro N° 20: Propiedades físicas de los suelos

CALICATA - MUESTRAS	GRANULOMETRIA				PROPIEDADES INDICES			HUM. NAT. %
	Malla # 4	Malla #10	Malla # 40	Malla #200	L.L %	L.P. %	IP %	
C-01	99.86%	99.34%	98.42%	51.65%	36.44	20.81	15.63	16.31
C-02	100.00%	99.80%	98.15%	51.26%	40.21	22.37	17.84	20.27
C-03	99.61%	99.23%	97.03%	58.75%	40.34	21.44	18.90	15.49
C-04	100.00%	99.82%	97.51%	55.83%	29.43	16.70	12.73	13.16
C-05	99.43%	98.90%	97.38%	66.57%	30.36	17.87	12.49	16.20
C-06	97.55%	94.90%	85.51%	53.75%	27.90	14.90	13.00	14.00

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Cuadro N° 21: Clasificación de los suelos

CALICATA - MUESTRAS	CLASIFICACIÓN	
	SUCS	AASHTO
C-01	CL	A-6(5)
C-02	CL	A-6(8)
C-03	CL	A-6(9)
C-04	CL	A-6(4)
C-05	CL	A-6(6)
C-06	CL	A-6(4)

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Cuadro N° 22: Propiedades mecánicas del suelo más crítico según clasificación

CALICATA MUESTRAS	PROCTOR		CBR	
	O.C.H. %	M.D.S. gr/cm ³	0.1" %	0.2" %
C-01	-	-	-	-
C-02	-	-	-	-
C-03	16.40	1.80	13.00	15.00
C-04	-	-	-	-
C-05	-	-	-	-
C-06	-	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia (2019)

3.1.2. Características mejoradas de la muestra con el aditivo

Para mejorar la subrasante se ha tomado la muestra de la C - 03 por presentar un suelo desfavorable por su alto valor de índice de grupo; por ello solo se realizó los ensayos especiales de esa muestra.

Al mejorar la subrasante de la muestra C – 03 con el aditivo Megasoil se obtuvieron los siguientes resultados.

Cuadro N° 23: Propiedades físicas de la muestra con aditivo

CALICATA - MUESTRAS	GRANULOMETRIA				PROPIEDADES INDICES			HUM. NAT. %
	Malla # 4	Malla #10	Malla # 40	Malla #200	L.L %	L.P. %	IP %	
C-03	100.00%	99.60%	95.18%	58.73%	22.50	15.00	7.50	8.78

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Cuadro N° 24: Nueva clasificación de la muestra con aditivo

CALICATA MUESTRAS	CLASIFICACIÓN	
	SUCS	AASHTO
C-03	CL	A-4(4)

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Cuadro N° 25: Propiedades mecánicas de la muestra con aditivo

CALICATA MUESTRAS	DOSIFICACIÓN	PROCTOR		CBR	
	(g)	O.C.H. %	M.D.S. gr/cm ³	0.1" %	0.2" %
C-03	1.10	14.50	1.805	45.00	48.00

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Donde se puede observar que, los límites de consistencia redujeron considerablemente, y el valor de CBR alcanzó un rango superior al CBR Patrón (Sin Aditivo) y al mínimo valor de CBR necesario para capas estructurales de Sub base, cambiando hasta su clasificación, dando resultados favorables a la investigación.

3.1.3. Dosificaciones de aditivo para CBR requerido (Ver detalle - Anexo 6.1.1.1 – B)

3.1.3.1. Aplicación del método aleatorio para las dosificaciones de aditivo para un %CBR mínimo requerido

Después de haber clasificado a la muestra más crítica se encontró el CBR patrón, verificado mediante varias dosificaciones de aditivo los valores que cumplan al CBR necesario para materiales de Sub base; a continuación, se muestra las dosificaciones a las que se sometió la C-03.

Cuadro N° 26: Dosificaciones de aditivo usados en el ensayo

CALICATA	MUESTRA	RESULTADOS						
		Humedad CBR m.	Densidad Seca CBR gr/cc	Hinchamiento			CBR	
				56 %	25 %	13 %	0.1" %	0.2" %
C-03	PATRÓN	16.40	1.804	4.27	5.04	5.98	13	15
	0.7 gr	14.10	1.866	4.02	4.96	5.04	23	26
	0.9 gr	12.09	1.904	3.85	4.27	4.87	33	37
	1.1 gr	10.82	2.040	2.99	3.85	4.28	45	48
	1.13 gr	8.20	2.062	2.82	3.20	3.33	59	62

Fuente: Elaboración Propia (2019)

3.1.3.1. Dosificación óptima de aditivo para un %CBR mínimo requerido (Ver detalle - Anexo 6.1.1.1 – C)

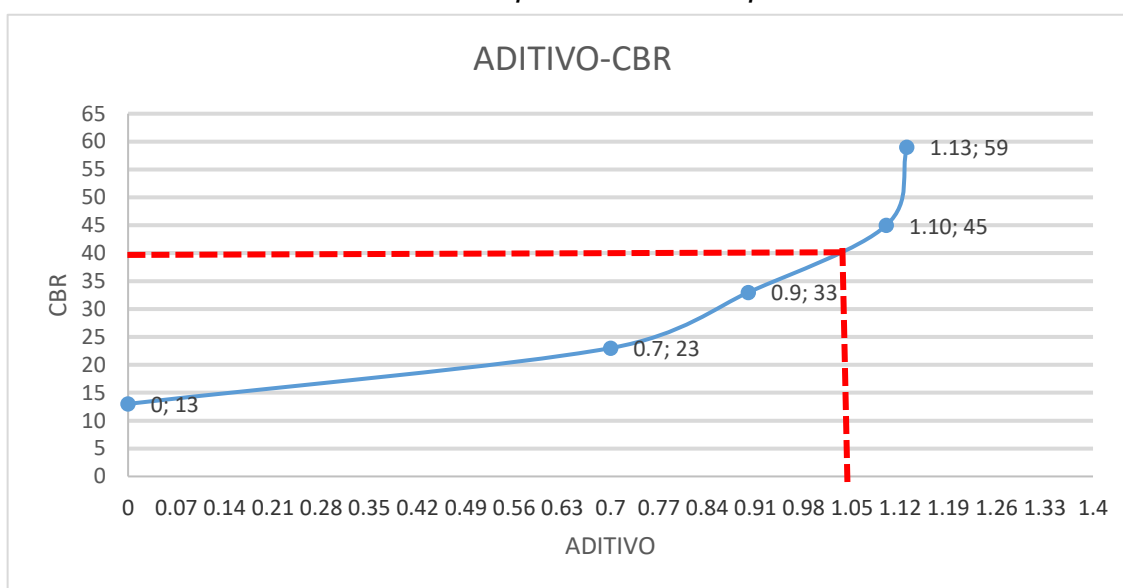
Según El Manual de Carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia Y Pavimentos (2014), el CBR mínimo de materiales para Sub base es de 40%; por lo que se ha realizado un ensayo verificando la dosificación óptima para alcanzar dicho valor. A continuación, se muestra los resultados mediante la relación Aditivo/CBR:

Cuadro N° 27: Óptima cantidad de aditivo para un CBR de 40%

RESUMEN DE ADICIÓN Y CBR						
ENSAYOS	Patrón	Adición al	Adición al	Adición al	Adición al	Adición al
DOSIFICACION (g)	0	0.7	0.9	1.05	1.10	1.13
CBR 95% (1")	13%	23%	33%	40%	45%	59%

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Gráfico N° 06: Cantidad óptima de aditivo para un CBR de 40%



Fuente: Elaboración Propia (2019)

Para el diseño del pavimento flexible propuesto, es necesario conocer el CBR tanto de la Sub base y la Base, para poder obtener un diseño referencial, tanto para un diseño convencional y propuesto; a continuación, se ve la clasificación del material granular.

3.1.4. Clasificación de material para Sub Base Granular (Ver detalle - Anexo 6.1.1.2)

El material seleccionado para Sub base fue de la cantera del río Huallaga, con gradación tipo B de acuerdo a los requerimientos granulométricos del MEM del MTC y una mezcla final de Agregado Grueso del Río Huallaga Chancado 60% + Agregado Integral (Hormigón Río Huallaga) 0% + Suelos Fino 10% Ligante. Se ha tomado como material ligante el suelo natural encontrado en el tramo estudiado, ensayos regidos por la Norma Técnica Peruana, obteniendo de esta forma los siguientes resultados.

Cuadro N° 28: Propiedades Físicas del material para Sub Base Granular

MUESTRA	GRANULOMETRIA				PROPIEDADES INDICES			HUM. NAT. %	DENSIDAD NATURAL gr/cm3
	Malla # 4	Malla #10	Malla # 40	Malla #200	L.L %	L.P. %	IP %		
SUB BASE	41.08	22.51	17.64	7.12	28.95	24.80	4.15	5.75	2.03

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Cuadro N° 29: Propiedades mecánicas y clasificación del material de Sub Base Granular

RESUMEN PROPIEDADES FISICAS	
ENSAYOS	RESULTADOS
Muestra	Sub Base
Equivalente De Arena %	45.00
Partículas Chatas Y Alargadas %	19.00
Abrasión	24.40
O.C.H	6.70
MDS Gr/Cm3	2.17
CBR 95% MDS	63.00
CBR 100% MDS	76.00
CLASIFICACIÓN	GP - GM

Fuente: Elaboración Propia (2019)

3.1.5. Clasificación de material para Base Granular (Ver detalle - Anexo 6.1.1.3)

El material utilizado para Base granular fue de la cantera Rio Huallaga, sector Shapaja con gradación tipo B de acuerdo a los requerimientos granulométricos del MEM del MTC, ensayos regidos por la Norma Técnica Peruana, obteniendo de esta forma los siguientes resultados.

Cuadro N° 30: Propiedades Físicas del material para Base Granular

MUESTR A	GRANULOMETRIA				PROPIEDADES INDICES		
	Malla # 4	Malla #10	Malla # 40	Malla #200	L.L %	L.P. %	IP %
BASE	37.09	27.77	18.20	4.90	NP	NP	NP

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Cuadro N° 31: Propiedades mecánicas y del material de Base Granular

RESUMEN PROPIEDADES FISICAS	
ENSAYOS	RESULTADOS
<i>Muestra</i>	<i>Base</i>
<i>Durabilidad al Sulfato de Sodio %</i>	<i>3.80</i>
<i>Partículas con una cara fracturada %</i>	<i>81.20</i>
<i>Partículas con dos caras fracturada %</i>	<i>45.10</i>
<i>Equivalente de Arena</i>	<i>47.00</i>
<i>Partículas chatas ya alargadas</i>	<i>12.00</i>
<i>Abrasión</i>	<i>35.60</i>
<i>O.C.H</i>	<i>6.70</i>
<i>MDS Gr/Cm3</i>	<i>2.246</i>
<i>CBR 95% MDS</i>	<i>82.00</i>
<i>CBR 100% MDS</i>	<i>100.00</i>

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Cuadro N° 32: Clasificación del material de Base Granular

CALICATA MUESTRA	CLASIFICACIÓN	
	SUCS	AASHTO
BASE GRANULAR	GW - GM	A-1-a (0)

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Después de conocer los valores de los CBR de la Sub base y Base Granular respectivamente, se procede a diseñar el pavimento flexible, seleccionando los parámetros correctos para su diseño, mostrados a continuación.

3.1.6. Parámetros para el diseño de pavimentos

3.1.6.1. Ejes Equivalente (ESAL) (Ver detalle - Anexo 6.1.1.4 - A)

Para calcular el ESAL se ha verificado el volumen de tráfico semanal y anual según las especificaciones del MTC para una vía colectora, para un periodo de diseño de 20 años, siendo el resultado de:

Cuadro N° 33: Volumen del tráfico semanal

HORA	Auto móvil	Cmta Pick Up	Cmta Rural	Micro	Camión			TOTAL	PORC.
					2E	3E	4E		%
LUNES	45	41	48	19	17	6	0	176	13.2
MARTES	47	42	43	18	19	13	0	182	13.7
MIERCOLES	45	50	30	17	22	21	0	185	13.9
JUEVES	49	52	34	20	22	14	0	191	14.4
VIERNES	52	57	36	15	15	7	0	182	13.7
SABADO	45	54	39	22	22	21	0	203	15.3
DOMINGO	56	63	37	20	21	14	0	211	15.9
TOTAL	339	359	267	131	138	96	0	1,330	100.0
IMDs	48.4	51.3	38.1	18.7	19.7	13.7	0.0	190	
%	25.49	26.99	20.08	9.85	10.38	7.22	0.00	100.00	

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Cuadro N° 34: Cálculo del Numero de repeticiones

HORA	Auto móvil	Cmta Pick Up	Cmta Rural	Micro	Ómnibus		Camión			TOTAL
					2E	3E	2E	3E	4E	
IMDS	339	359	267	131	0	0	138	96	0	1,330
Fe%	0.92	0.92	0.92	0.92	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	
IMDA ACT.	314.0	332.5	247.3	121.3	0	0	136.4	94.9	0	1,247
r = %	3.6									
n = AÑOS	20									
IMDA 2039	637.12	674.71	501.80	246.20	0.00	0.00	276.79	192.55	0.00	2529
NUMERO DE REPETICIONES										26,376,072

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Donde: **Fe%**= Es el factor de corrección estacionaria (Peaje – Moyobamba); **r**= Es la tasa de crecimiento de tráfico en San Martín y **n**= Es el periodo de diseño del pavimento.

Luego se ha calculado la carga total de ejes por cada tipo de vehículo, obteniéndose una sumatoria total del índice medio diario anual, mostrado a continuación:

Cuadro N° 35: Sumatoria de Carga total del índice medio diario anual

TIPO DE VEHICULO	IMDA	CARGA DE VEH. X EJE	EJE EQUIVALENTE EE	F. IMDA
AUTOS CAMIONETAS COMBI	2059.83	1	0.000527	1.085562
		1	0.000527	1.085562
B2	0.00	7	1.265367	0.000000
		10	2.211794	0.000000
B3	0.00	7	1.265367	0.000000
		16	1.260585	0.000000
C2	276.79	7	1.265367	350.23522
		10	2.211794	612.1925
C3	192.55	7	1.265367	243.641895
		16	1.260585	242.7212
C4	0.00	7	1.265367	0.000000
		21	1.05772	0.000000

Σf. IMDA **1450.96192**

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Y de acuerdo al Manual del MTC – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Versión 2014 (pág. 73), la fórmula para el cálculo de EE es:

$$EE = (\Sigma f. IMDA) * 365 * DD * DL * \frac{(1+r)^n - 1}{r} \dots \dots \dots (24)$$

Donde:

DD: Es el factor direccional; **DL:** Es el factor de Carril; **r=** Es la tasa de crecimiento de tráfico; **n:** Es el periodo de diseño y **Σf. IMDA:** Es la sumatoria de Carga total del índice medio diario anual.

Se obtiene el número de **ESAL = 6'052'716 EE**

3.1.6.2. Otros parámetros para el diseño estructural del pavimento

Para el diseño del pavimento, se presentan los siguientes parámetros explicados en el marco teórico, que debe seleccionarse de acuerdo al número de ESAL calculado anteriormente.

- Nivel de Confiabilidad: 90%
- Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal: -1.282
- Índice de serviciabilidad inicial (Pi): 4.00
- Índice de serviciabilidad final (Pt): 2.05

- Coeficiente de desviación Estándar combinada: 0.45
- Estabilidad Marshall: 5338 N
- Modulo Resiliente: 12 533.3 Psi
- Coeficiente (a_n) de las capas de:
 - Asfalto: 0.34
 - Base granular: 0.13
 - Sub Base: 0.13
- Coeficiente (m) de drenaje de las capas de:
 - Asfalto: 1.00
 - Base granular: 1.00
 - Sub Base: 1.00

3.1.7. Diseño de Pavimento Flexible

Se ha diseñado el pavimento con la ayuda de una plantilla de Excel, tanto de manera convencional y con aditivo para analizar sus costos y comparar el tiempo de ejecución respectivamente, de acuerdo a los datos obtenidos en laboratorio y a los parámetros establecidos en el Manual de carreteras 2014.

3.1.7.1. Diseño de pavimento con Subrasante sin aditivo (Ver detalle - Anexo 6.1.1.4 - B)

Reemplazando los datos obtenidos en los ítems anteriores en la ecuación (21).

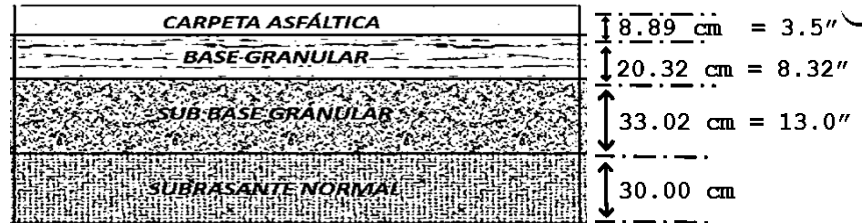
$$\begin{aligned} \log_{10}(6'052'716) &= (-1.282)(0.45) + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 \\ &+ \frac{\log_{10}\left(\frac{1.50}{4.2-1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(13,192.00) - 8.07 \end{aligned}$$

Se obtiene el valor del SN, luego se reemplaza en la ecuación (23), calculando los siguientes espesores del paquete estructural del pavimento flexible:

- Carpeta Asfáltica : 3.5" = 8.89 cm
- Base Granular : 8" = 20.32 cm
- Sub Base Granular : 13.0" = 33.02 cm

Obteniendo un espesor de 62.23 cm de pavimento en su diseño final.

Gráfico N° 07: Sección típica del diseño de pavimento flexible convencional



Fuente: Elaboración Propia (2019)

3.1.7.2. Diseño de pavimento con subrasante mejorada (Con Aditivo)

(Ver detalle - Anexo 6.1.1.4 - C)

Al omitir la Sub base granular y reemplazando los datos obtenidos en los ítems anteriores en la ecuación (21).

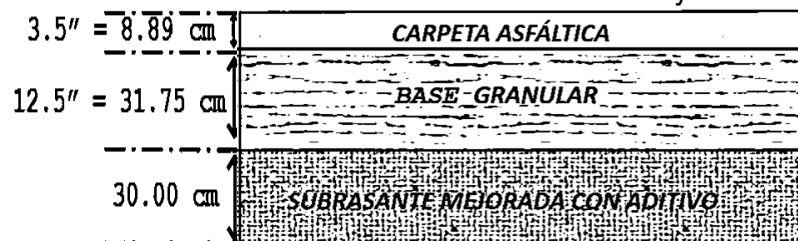
$$\begin{aligned} \log_{10}(6'052'716) &= (-1.282)(0.45) + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 \\ &+ \frac{\log_{10}\left(\frac{1.50}{4.2-1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(19,006.00) - 8.07 \end{aligned}$$

Se obtiene el valor del SN, luego se reemplaza en la ecuación (23), calculando los siguientes espesores del paquete estructural del pavimento flexible:

- Carpeta Asfáltica : 3.5" = 8.89 cm
- Base Granular : 12.5" = 31.75 cm

Obteniendo un espesor de 40.64 cm de pavimento en su diseño final.

Gráfico N° 08: Sección típica del diseño de pavimento flexible con subrasante mejorada



Fuente: Elaboración Propia (2019)

3.1.8. Análisis de costos de la estructura del pavimento flexible (Ver detalle - Anexo 6.1.1.4 - D)

De acuerdo a los resultados obtenidos para los espesores de ambos pavimentos diseñados, se puede analizar el costo que tendrían respectivamente, por lo que a continuación, se muestra la diferencia de costos que existe en 1 m² de pavimento en su posible ejecución.

Cuadro N° 36: Análisis de costos y presupuestos por m² de Pavimento

PARTIDAS	PAVIMENTO FLEXIBLE	
	CON ADITIVO	SIN ADITIVO
Escarificado de Subrasante e=0.20m, con Aditivo Megasoil	13.08	-----
Nivelación Y Compactación De La Subrasante	-----	93.77
Pavimento de Concreto Asfáltico en Caliente	10.53	10.61
Imprimación Asfáltica	0.84	0.69
Base Granular	38.16	23.92
Sub base Granular	-----	29.67
COSTO POR M2 (S/)	62.61	158.66

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Para los 6120 m²:

El costo total de la estructura sin aditivo será: **S/ 970'999.20**

El costo total de la estructura con aditivo será: **S/ 383'173.20**

El tiempo de ejecución de la estructura sin aditivo será: **15.30 días**

El tiempo de ejecución de la estructura con aditivo será: **13.58 días**

3.2. Discusión

Se encontró la variación del diseño patrón al 95% de un CBR entre 13.00% a 45.00%, al 100% un CBR entre 15.00% a 48.00%, un límite líquido que varía entre 40.34% a 22.50%, un límite plástico entre 21.44% a 15.00%, un índice de plasticidad entre 18.90% a 7.50% y una clasificación AASTHO entre un A-6(9) a A-4(4), respectivamente, que son arcillas de mediana alta plasticidad.

El suelo estabilizado con un aditivo químico mejora notablemente la capacidad de soporte del suelo, y reduce su expansión, por lo que se coincide con la

conclusión de Díaz y Mejía (2004) en su investigación “Estabilización de suelos mediante el uso de un aditivo químico a base de compuestos inorgánicos”.

Los resultados de aumento de capacidad de soporte de un suelo por causa del aditivo coinciden con la tesista Espinoza (2012) en “Uso de Estabilizantes Químicos en la Mejora de las Propiedades Físicas y Mecánicas de los Suelos de Fundación Limosa o Arcillosa”, más no se coincide en el aumento de capacidad de 75% a un 125% en 14 semanas, debido a que el estabilizador Megasoil alcanza su capacidad máxima solo en 7 días; lógicamente esto podría ser causa de los componentes químicos de cada aditivo.

El aditivo Megasoil cumple con las mismas funciones que el aditivo Terrazyme, variando considerablemente en su dosificación según las conclusiones que describe Fernández Gálvez (2017) en su tesis de Maestría “Efecto del aditivo Terrazyme en la estabilización de suelos arcillosos de subrasantes en la zona de expansión de la ciudad de Cajamarca”.

Además, se ratifica una vez más los resultados obtenidos con los que Castillo Briceño (2018) concluye en su tesis “Influencia de la aplicación de aditivos químicos en la estabilización de suelos cohesivos para uso como subrasante mejorada de pavimentos entre los sectores Calamarca – Huaso, La Libertad, 2018”, de que un 1 km de pavimento tiene un precio menor si este es mejorado mediante aditivos, debido a la optimización de espesores.

CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Se ha diseñado técnicamente correcto el pavimento flexible mejorado con aditivo en la Prolongación del Jirón Recreo cuadras del 12 al 16, Banda de Shilcayo, San Martín, San Martín, 2019; omitiendo la capa estructural de Sub Base acorde con el Manual de Carreteras 2014.

Se valida la hipótesis general planteada, de diseñar un pavimento flexible con subrasante mejorada con aditivo en Prolongación Recreo cuadras del 12 al 16, Banda de Shilcayo, San Martín, San Martín, 2019.

Se valida las hipótesis específicas planteadas:

- Alcanzar con el aditivo las características de una sub base en función del CBR al suelo arcilloso de la subrasante en Prolongación Recreo cuadras del 12 al 16, Banda de Shilcayo, San Martín, San Martín, 2019.
- Evaluar la estructura del pavimento flexible omitiendo la sub base al tener una subrasante mejorada en Prolongación Recreo cuadras del 12 al 16, Banda de Shilcayo, San Martín, San Martín, 2019.

Se determinó la cantidad óptima de aditivo a utilizar en el mejoramiento, mediante el método aleatorio, siendo suficiente 5 pruebas para encontrar el valor requerido, generando una curva entre cantidad de aditivo y el valor de CBR.

De acuerdo a las especificaciones del uso del aditivo no se ha obtenido los resultados precisados por el fabricante, por cuanto se ha procedido a optimizar la cantidad de aditivo para mejorar el suelo de acuerdo al procedimiento indicado en el párrafo anterior.

El suelo de la subrasante no es uniforme, solo en pequeños rasgos característicos de plasticidad; por cuanto se ha ensayado con el tipo más crítico para obtener resultados que garanticen una buena aplicación.

De la validación de la hipótesis se ha obtenido el diseño de la estructura del pavimento con subrasante mejorada (con Aditivo):

- Carpeta Asfáltica: 3.5" = 8.89 cm
- Base Granular: 12.50" = 31.75 cm
- Sub rasante mejorada = 30.00 cm (aditivo/suelo = 0.396 kg/m³).

El diseño de la estructura del pavimento con subrasante mejorada presenta una ventaja técnica y económica por m² por lo siguiente:

Omite la colocación de la sub base, que disminuye el tiempo de ejecución del proyecto "Mejoramiento de la vía urbana Prolongación Recreo Cuadras Del 12 Al 16, Banda De Shilcayo" en 0.0028 días, y el costo disminuye en S/ 96.05 por m² de estructura de pavimento flexible.

4.2. Recomendaciones

De las conclusiones de la presente investigación se recomienda:

Realizar el proyecto de "Mejoramiento de la vía urbana de la Prolongación del jirón Recreo Cuadras del 12 al 16, de la Banda de Shilcayo", mejorando el suelo de la subrasante con aditivo Megasoil en proporción Aditivo/Suelo de 0.396 kg/m³.

La dosificación del aditivo suelo, garantiza su aplicación efectiva, debido al ensayo realizado con el suelo de la muestra más desfavorable que corresponde al tipo de suelo (A-6(9)) por tener el valor de índice de grupo mayor que las demás muestras (C-03).

Continuar la investigación, mejorando otros parámetros del suelo con las mismas características buscando mejores resultados.

Realizar la prueba de laboratorio en campo, para comparar la similitud o diferencia de reacción del estabilizador con el suelo, debido a las variaciones ligeras que podrían existir en la aplicación del aditivo por factores ambientales o el tipo de tecnología a utilizar en la construcción.

Continuar la investigación para evaluar la influencia del estabilizador en suelos de distintas características, y evaluar para ser usado como una alternativa de optimizar el paquete estructural.

CAPÍTULO V: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Diaz, J., Y Mejía, J. (2004). Estabilización De Suelos Mediante El Uso De Un Aditivo Químico A Base De Compuesto Inorgánico. Tesis De Maestría. Bucaramanga, Bucaramanga, Colombia: Universidad Industrial De Santander.
- (2) Angulo D, Y Rojas F. (2016). Ensayo de Fiabilidad con Aditivo PROES para la estabilización del suelo en el AA. HH. Milagro, 2016”
- (3) Espinoza, G. (2012). Uso De La Estabilización Químico En La Mejora De La Propiedad Físicas Mecánicas De Suelos De Fundación Limosa O Arcillosa. Disertación De Maestría No Ubicadas. Huánuco, Huánuco, Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizan.
- (4) Seco, Ramírez, Miqueleiz, García Y Prieto (2010). Uso De Aditivos No Convencionales En La Estabilización De Margas.
- (5) Carajulca, Elmer (2018). Influencia Del Aditivo Cloruro De Sodio Como Estabilizante De La Subrasante De La Carretera Tramo Cruce El Porongo – Aeropuerto – Cajamarca”

REFERENCIAS WEBGRÁFICAS

- (1) Bitúmenes del Perú (10 de enero del 2019) Obtenida de la dirección de Google: <http://bituper.com/>
- (2) Castro Cuadra A. (2017). Estabilización De Suelos Arcillosos Con Ceniza De Cascara De Arroz Para El Mejoramiento De Subrasante (10 de enero del 2019) Obtenida de la dirección de Google: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/10054>
- (3) Efecto Del Aditivo Terrazyme En La Estabilización De Suelos Arcillosos De Subrasantes En La Zona De Expansión De La Ciudad De Cajamarca – Tesis 2017. (10 de enero del 2019) Obtenida de la dirección de Google: http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1140/T016_42379696_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- (4) Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante – Tesis 2017. (10 de enero del 2019) Obtenida de la dirección de Google: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/10054>

- (5)** Manual de Ensayos y Materiales – Dirección General de Caminos y Ferrocarriles – Versión 2016. (10 de enero del 2019) Obtenida de la dirección de Google:
http://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
- (6)** Manual De Carreteras - Especificaciones Técnicas Generales Para Construcción “EG-2013”. (10 de enero del 2019) Obtenida de la dirección de Google:
[http://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20de%20Carreteras%20-%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construcci%C3%B3n%20-%20EG-2013%20-%20\(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%202013\).pdf](http://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20de%20Carreteras%20-%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construcci%C3%B3n%20-%20EG-2013%20-%20(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%202013).pdf)
- (7)** Manual De Carreteras - suelos, geología, geotecnia y pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos – Versión abril 2014. (10 de enero del 2019) Obtenida de la dirección de Google:
http://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras.pdf
- (8)** Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma CE.010 “Pavimentos Urbanos” – Versión 2010. (10 de enero del 2019) Obtenida de la dirección de Google:
<https://docplayer.es/19192298-Norma-ce-010-pavimentos-urbanos.html>
- (9)** Trabajo guía de laboratorio UNNE – FIC (29 de abril del 2019) Obtenida de la dirección de Google:
<http://ing.unne.edu.ar/pub/Geotecnia/2k8-04-10/l5-p.pdf>

CAPITULO VI: ANEXOS

6.1. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

En este capítulo se mostrará los instrumentos utilizados para la recolección de datos, tales como; los ensayos de clasificación de suelo, la variación del % de CBR de la muestra con y sin aditivo, el cálculo de ejes equivalentes (ESAL), los diseños del pavimento convencional y propuesto.

Tarapoto, 06 de mayo de 2019.

CARTA N° 001-2019/WTM- T

Señor(a):

Dra. Ing. Carmen Patricia Cerdeña Del Águila

Decana (e) Facultad de Ciencias e Ingeniería UCP

Asunto: SOLICITO PERMISO PARA EL USO DEL LABORATORIO DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES.

De nuestra especial consideración:

Es grato dirigirme a usted para expresarle mi cordial saludo y a la vez aprovecho la oportunidad para solicitarle el permiso correspondiente del uso del Laboratorio de suelos y ensayo de materiales, para los días 06 al 31 de mayo, con el objetivo de ejecutar los siguientes ensayos correspondientes para el proyecto de tesis denominado: “PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019.”

En ese sentido, conocedor del apoyo que tiene la Universidad Científica del Perú que brinda a sus becarios en las actividades académicas, solicito a usted que se pueda acceder a este permiso, la misma que dará importancia al Laboratorio.

Seguro de contar con su aceptación me despido de usted, deseándole éxitos en la labor que viene desempeñando.

Cordialmente,

Wilser Tang Mondragón
DNI: 73855939

Adjunto:

Lista de ensayos a realizar.

ENSAYOS ESTÁNDAR

Ensayos para terraplenes

- ✓ Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D-422, MTC E107
- ✓ Humedad Natural MTC E108
- ✓ Límite Líquido de los suelos ASTM D-4318, MTC E110
- ✓ Límite Plástico e Índice de Plasticidad ASTM D-4318, MTC E111

Ensayos para sub - base y base granular

- ✓ Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D-422, MTC E107
- ✓ Material que pasa la Malla N° 200 ASTM C-117, MTC E202
- ✓ Límite Líquido Malla N° 40 ASTM D-4318, MTC E110
- ✓ Límite Plástico Malla N° 40 ASTM D-4318, MTC E111
- ✓ Clasificación SUCS ASTM D-2487
- ✓ Clasificación de Suelos AASTHO M-145, ASTM D-3282
- ✓ Contenido Sales Solubles Totales MTC E219
- ✓ Materia Orgánica en Arena ASTM C-140, MTC E213
- ✓ Partículas Chatas y Alargadas ASTM D-4791
- ✓ *Porcentaje de Caras de Fractura* ASTM D-5821, MTC E210

ENSAYOS ESPECIALES

Ensayos para terraplenes

- ✓ California Bearing Ratio (CBR) ASTM D-1883, MTC E132
- ✓ Relación Humedad-densidad Compactada a la Energía Proctor Modificado ASTM D-1557, MTC E115

Ensayos para sub - base y base granular

- ✓ California Bearing Ratio (CBR) ASTM D-1883, MTC E132
- ✓ Ensayo de Abrasión Los Ángeles ASTM C-131, MTC-E207
- ✓ Equivalente de Arena ASTM D-2419, MTC-E114
- ✓ Proctor Modificado ASTM D-1557, MTC-E115
- ✓ Durabilidad del Agregado Grueso ASTM C-88, MTC-E209
- ✓ Durabilidad del Agregado Fino ASTM C-88, MTC-E209
- ✓ Índice de Durabilidad MTC - E214



6.1.1. ENSAYOS DE LABORATORIO



6.1.1.1. CLASIFICACIÓN DE SUELOS



A. ENSAYOS MECÁNICOS



A-1. MUESTRA NATURAL



C-01



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesis : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín Ubicación : Ex. Carret. Yur - Prol. Recreo

Descripción del Suelo: Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad Profundidad de la Muestra: 0.30-1.80 m

Hecho Por : TESISISTA WILSER TANG MONDRAGÓN Calicata: C-01 Fecha: 28/06/2019

Referencia: TESIS Procedencia : C-01 Coordenadas N:9282076 E:351428

Determinación del % de Humedad Natural ASTM 2216 - N.T.P. 339.127

LATA	64	52	86
PESO DE LATA grs	112.40	114.50	116.00
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	425.30	423.50	420.70
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	381.50	380.20	377.90
PESO DEL AGUA grs	43.80	43.30	42.80
PESO DEL SUELO SECO grs	269.10	265.70	261.90
% DE HUMEDAD	16.28	16.30	16.34
PROMEDIO % DE HUMEDAD	16.31		

Determinación del Gravedad Específico de Sólidos ASTM D-854

LATA	1	2
VOL. DEL FRASCO A 20° C.		
METODO DE REMOCION DEL AIREa		
PESO DEL FRASCO+AGUA+SUELO		
TEMPERATURA, °C		
PESO DEL FRASCO+AGUA grs	N.R.	
PLATO EVAPORADO Nº		
PESO DEL PLATO EVAP+SUELO SECO grs		
PESO DEL SUELO SECO grs		
VOLUMEN DE SOLIDOS cm ³		
GRAVEDAD ESPECIFICA CORREGIDO POR T°		
PROMEDIO Gs		

OBSERVACIONES: _____



Tesis : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín **Ubicación :** Ex. Carret. Yur - Prof. Recreo

Descripción del Suelo: Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad **Profundidad de la Muestra:** 0.30-1.80 m

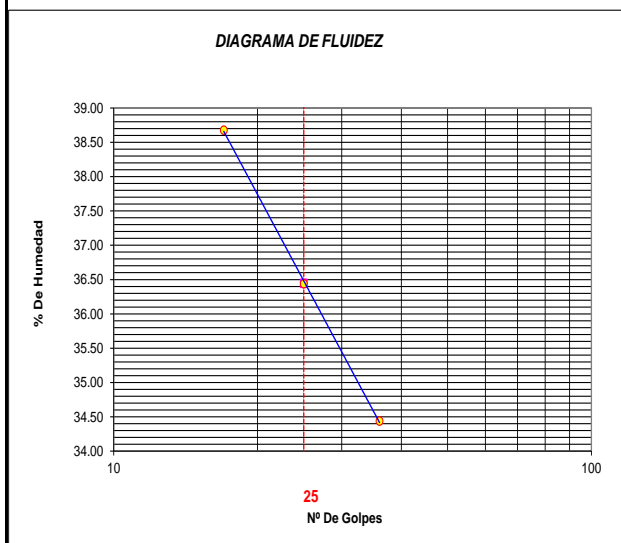
Hecho Por : TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN **Calicata:** C-01 **Fecha:** 28/06/2019

Referencia : TESIS **Procedencia :** C-01 **Coordenadas** N:9282076 E:351428

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE ATTERBERG

Determinación del Límite Líquido ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

LATA	71	54	96
PESO DE LATA grs	40.99	41.74	39.36
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	70.57	71.96	69.77
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	62.32	63.89	61.98
PESO DEL AGUA grs	8.25	8.07	7.79
PESO DEL SUELO SECO grs	21.33	22.15	22.62
% DE HUMEDAD	38.68	36.44	34.44
NUMERO DE GOLPES	17	25	36



Límite de contracción (%)	ND
Límite Líquido (%)	36.44
Límite Plástico (%)	20.81
Índice de Plasticidad Ip (%)	15.63
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-6(5)
Índice de consistencia Ic	1.29

Determinación del Límite Plástico ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

LATA	5	13	15
PESO DE LATA grs	27.80	28.24	28.22
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	57.87	58.29	58.25
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	52.69	53.11	53.08
PESO DEL AGUA grs	5.18	5.18	5.17
PESO DEL SUELO SECO grs	24.89	24.87	24.86
% DE HUMEDAD	20.81	20.83	20.80
% PROMEDIO	20.81		

OBSERVACIONES:

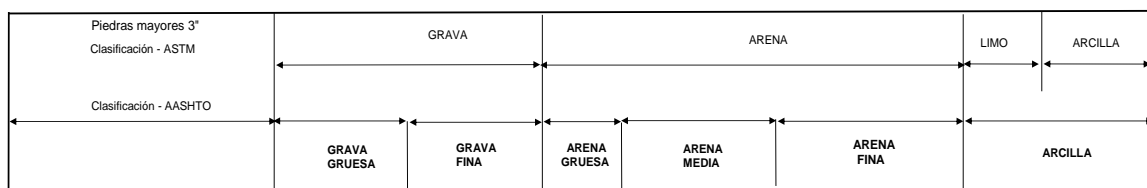
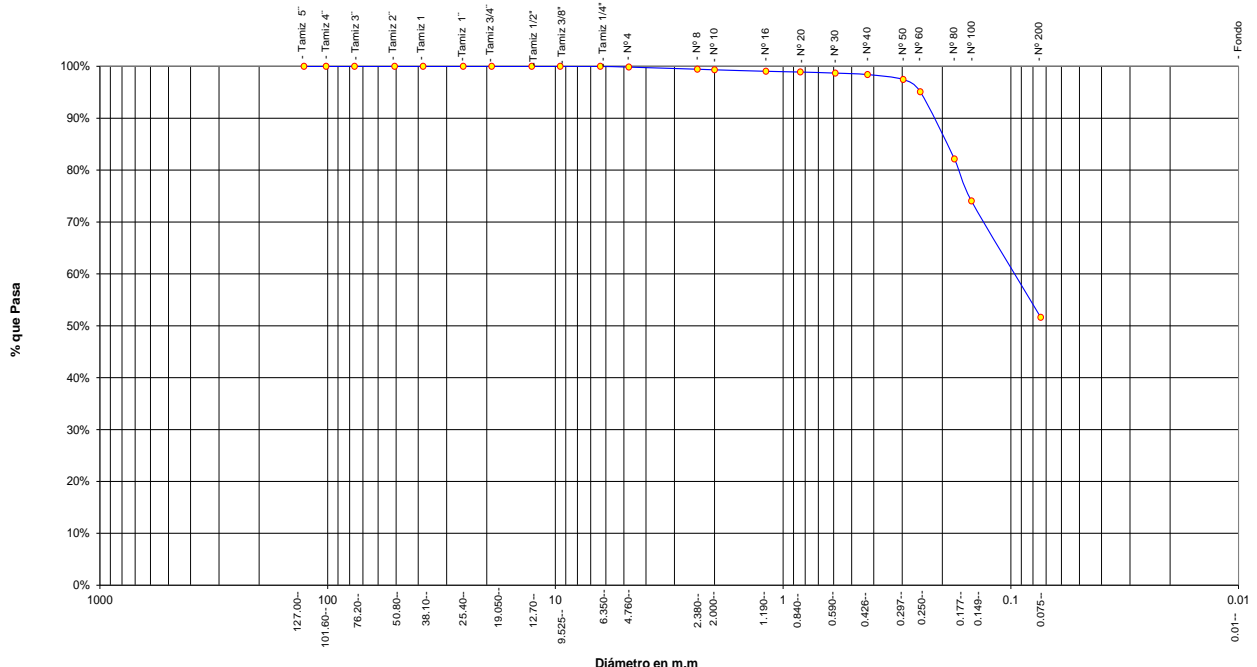


Tesis :	PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN		
	RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN: 2019		
Localización de la Tesis:	Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín	Ubicación :	Ex. Carret. Yur - Prol. Recreo
Descripción del Suelo:	Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad	0.30-1.80 m	Calicata: C-01
Hecho Por :	TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN	Fecha:	28/06/2019
Referencia :	TESIS	Procedencia :	C-01
	Coordenadas :	N:9282076	E:351428

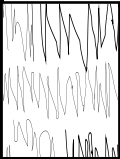

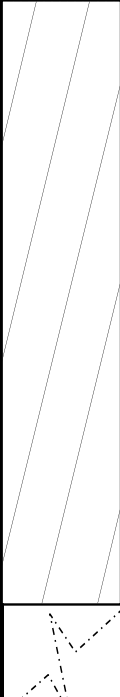

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012

Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Composición Granulométrica %			
Ø	(mm)					% QUE PASA PARA CLASIFICACION			
Tamiz 5"	127.00					GRAVA	0.14%		
Tamiz 4"	101.60					ARENA	48.22%		
Tamiz 3"	76.20					LIMOS Y ARCII	51.65%		
Tamiz 2"	50.80					N°4 = 99.86% N° 40 = 98.42%			
Tamiz 1 1/2"	38.10					N°10= 99.34% N° 200 = 51.65%			
Tamiz 1"	25.40					Descripción Muestra:			
Tamiz 3/4"	19.050					Grupo suelos partículas finas Sub-Grupo : Limos y arcillas con LL 3/4 50% CL A-6(5)			
Tamiz 1/2"	12.700					Arcilla inorgánica de mediana plasticidad color naranja con clasificación 10R 5/6			
Tamiz 3/8"	9.525					SUCS =	CL		
Tamiz 1/4"	6.350				100.00%		AASHTO =		
N° 4	4.760	0.36	0.14%	0.14%	99.86%	LL =	36.44		
N° 8	2.380	1.08	0.41%	0.54%	99.46%	WT =	114.35		
N° 10	2.000	0.31	0.12%	0.66%	99.34%	LP =	20.81		
N° 16	1.190	0.75	0.28%	0.94%	99.06%	IP =	15.63		
N° 20	0.840	0.39	0.15%	1.09%	98.91%	IG =	5		
N° 30	0.590	0.54	0.20%	1.29%	98.71%	D 90=	%ARC. =		
N° 40	0.426	0.76	0.29%	1.58%	98.42%	D 60=	%ERR. =		
N° 50	0.297	2.52	0.95%	2.53%	97.47%	D 30=	Cc =		
N° 60	0.250	6.30	2.37%	4.90%	95.10%	D 10=	Cu =		
N° 80	0.177	34.38	12.95%	17.85%	82.15%	Descripción del Suelo Ensayado:			
N° 100	0.149	21.46	8.08%	25.93%	74.07%	El suelo es una arcilla inorgánica de mediana plasticidad, de consistencia dura con finos de			
N° 200	0.074	59.53	22.42%	48.35%	51.65%	51.65%, con LL = 36.44%, color anaranjado con resistencia al corte de regular a mala en			
Fondo	0.01	137.14	51.65%	100.00%	0.00%	condiciones saturadas con un porcentaje de arena del 48.22% del total de la muestra.			
						% de Humedad Natural de la muestra ensayada			
TOTAL						Número de tarro =	52	Peso del agua =	43
						Peso del tarro =	114.35	Peso suelo húmedo=	309
						Peso del tarro + Mh =	423	Peso suelo seco =	265.52
						Peso del tarro + Ms =	379.87	% Humedad Muestra =	16.31

Curva Granulométrica



R.N.M.P.C. SUELOS

REGISTRO DE EXCAVACION										
Ejecuta		TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN					Elaboro :		TES. W.T.M.	
Proyecto :		PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN, 2019					Coord :		N:9282076 E:351428	
Ubicación:		Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín					Fecha :		28/06/2019	
Calicata N°	C-01	Nivel freático No presenta		Prof. Exc.	1.80 (m)	Cota As.		381.00 (msnm)		
Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION			ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO		
			AASHTO	SUCS	SIMBOLO					
381.00	I	Suelo arenoso limoso con presencia de raíces color negro	A-8	SM-Pt		0.30	12.20			
380.70	II	<i>El suelo es una arcilla inorgánica de mediana plasticidad, de consistencia dura con finos de 51.65%, con LL = 36.44%, color naranja con resistencia al corte de regular a mala en condiciones saturadas con un porcentaje de arena del 48.22% del total de la muestra.</i>	A-6(5)	CL		1.50	16.31			
379.20										

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 A.S.T.M, (registro sin escala)



C-02



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesis : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín Ubicación : Jr. Prol. Recreo

Descripción del Suelo: Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad Profundidad de la Muestra: 0.30-1.80 m

Hecho Por : TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN Calicata: C-02 Fecha: 28/06/2019

Referencia TESIS Procedencia : C-02 Coordenadas N:9282033 E:351542

Determinación del % de Humedad Natural ASTM 2216 - N.T.P. 339.127

LATA	102	112	108
PESO DE LATA grs	113.00	113.10	113.30
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	264.40	266.90	266.70
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	239.10	241.10	240.50
PESO DEL AGUA grs	25.30	25.80	26.20
PESO DEL SUELO SECO grs	126.10	128.00	127.20
% DE HUMEDAD	20.06	20.16	20.60
PROMEDIO % DE HUMEDAD	20.27		

Determinación del Gravedad Específico de Sólidos ASTM D-854

LATA	1	2
VOL. DEL FRASCO A 20° C.		
METODO DE REMOCION DEL AIREa		
PESO DEL FRASCO+AGUA+SUELO		
TEMPERATURA, °C		
PESO DEL FRASCO+AGUA grs	N.R.	
PLATO EVAPORADO Nº		
PESO DEL PLATO EVAP+SUELO SECO grs		
PESO DEL SUELO SECO grs		
VOLUMEN DE SÓLIDOS cm ³		
GRAVEDAD ESPECÍFICA CORREGIDO POR T°		
PROMEDIO Gs		

OBSERVACIONES:



Tesis : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín **Ubicación :** Jr. Prol. Recreo

Descripción del Suelo: Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad **Profundidad de la Muestra:** 0.30-1.80 m

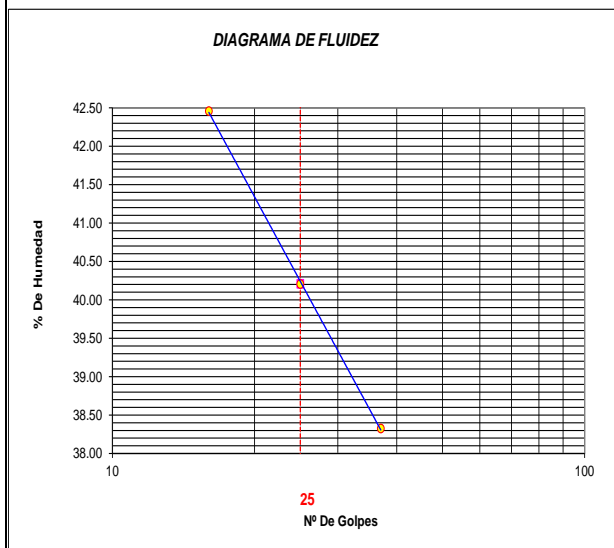
Hecho Por : TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN **Calicata:** C-02 **Fecha:** 28/06/2019

Referencia : TESIS **Procedencia :** C-02 **Coordenadas** N:9282033 E:351542

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE ATTERBERG

Determinación del Límite Líquido **ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129**

LATA	90	85	78
PESO DE LATA grs	40.44	39.80	41.30
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	69.90	68.43	70.21
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	61.12	60.22	62.20
PESO DEL AGUA grs	8.78	8.21	8.01
PESO DEL SUELO SECO grs	20.68	20.42	20.90
% DE HUMEDAD	42.46	40.21	38.33
NUMERO DE GOLPES	16	25	37



Límite de contracción (%)	ND
Límite Líquido (%)	40.21
Límite Plástico (%)	22.37
Indice de Plasticidad Ip (%)	17.84
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-6(8)
Indice de consistencia Ic	1.12

Determinación del Límite Plástico **ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129**

LATA	94	86	88
PESO DE LATA grs	36.83	39.37	38.68
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	55.65	60.28	62.45
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	52.23	56.44	58.10
PESO DEL AGUA grs	3.42	3.84	4.35
PESO DEL SUELO SECO grs	15.40	17.07	19.42
% DE HUMEDAD	22.21	22.50	22.40
% PROMEDIO	22.37		

OBSERVACIONES: _____



Tesis : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN, 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín Ubicación : Jr. Prof. Recreo

Descripción del Suelo: Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad 0.30-1.80 m Calicata: C-02

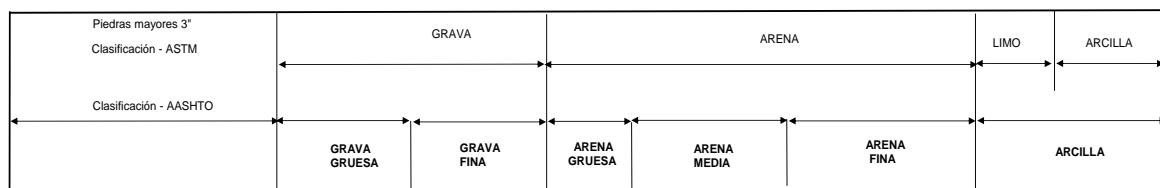
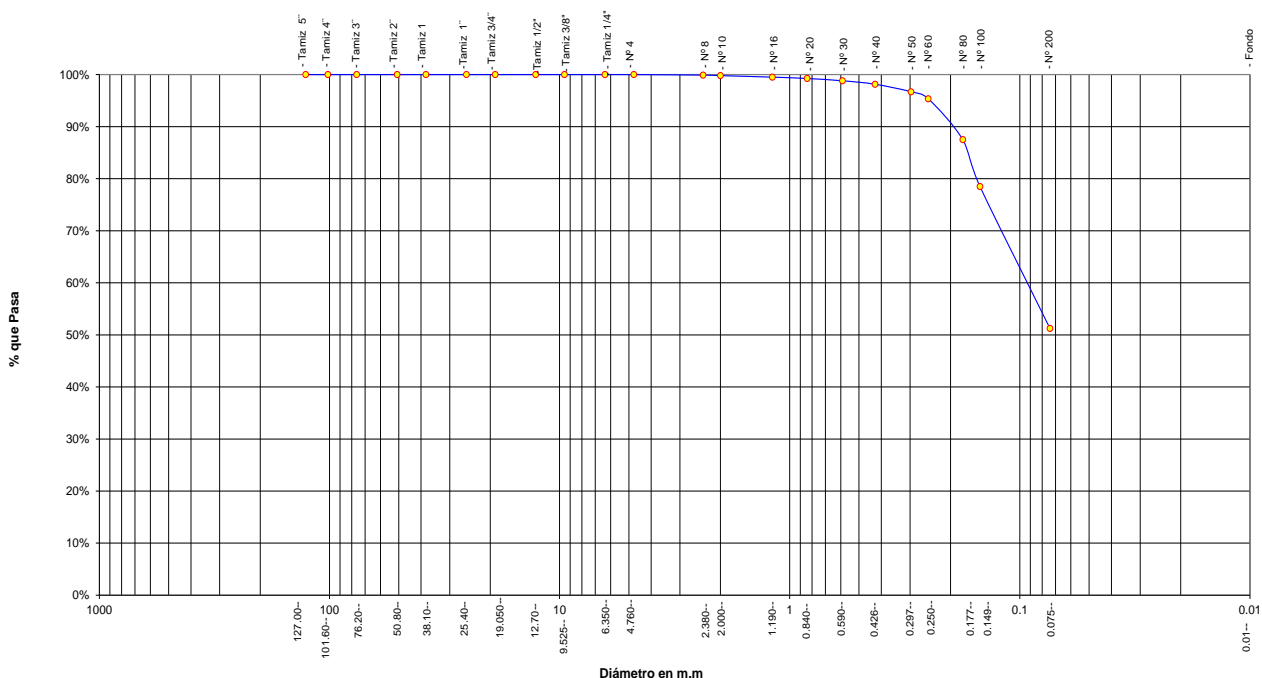
Hecho Por : TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN Fecha: 28/06/2019

Referencia : TESIS Procedencia : C-02 Coordenadas : N:9282033 E:351542

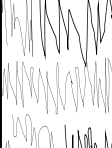

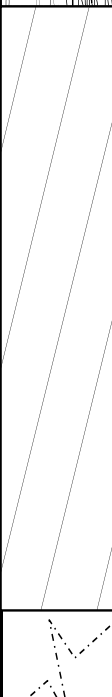

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012

Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Composición Granulométrica %			
Ø	(mm)					% QUE PASA PARA CLASIFICACION			
Tamiz 5"	127.00					GRAVA	0.00%		
Tamiz 4"	101.60					ARENA	48.74%		
Tamiz 3"	76.20					LIMOS Y ARCIL	51.26%		
Tamiz 2"	50.80					Descripción Muestra:			
Tamiz 1 1/2"	38.10					Grupo suelos partículas finas Sub-Grupo : Limos y arcillas con LL 3/4 50% CL A-6(8)			
Tamiz 1"	25.40					Arcilla inorgánica de mediana plasticidad color naranja con clasificación 10R 5/6			
Tamiz 3/4"	19.050					SUCS =	CL		
Tamiz 1/2"	12.700						AASHTO =		
Tamiz 3/8"	9.525						A-6(8)		
Tamiz 1/4"	6.350					LL =	40.21		
Nº 4	4.760				100.00%	LP =	22.37		
Nº 8	2.380	0.12	0.09%	0.09%	99.91%	IP =	17.84		
Nº 10	2.000	0.13	0.10%	0.20%	99.80%	IG =	8		
Nº 16	1.190	0.37	0.29%	0.49%	99.51%	D 90=	%ARC. =		
Nº 20	0.840	0.33	0.26%	0.75%	99.25%	D 60=	%ERR. =		
Nº 30	0.590	0.56	0.44%	1.19%	98.81%	D 30=	Cc =		
Nº 40	0.426	0.84	0.66%	1.85%	98.15%	D 10=	Cu =		
Nº 50	0.297	1.84	1.45%	3.30%	96.70%	Descripción del Suelo Ensayado:			
Nº 60	0.250	1.71	1.35%	4.64%	95.36%	El suelo es una arcilla inorgánica de mediana plasticidad, de consistencia dura con finos de			
Nº 80	0.177	9.99	7.86%	12.50%	87.50%	51.26%, con LL = 40.21%, color anaranjado con resistencia al corte de regular a mala en			
Nº 100	0.149	11.43	8.99%	21.49%	78.51%	condiciones saturadas con un porcentaje de arena del 48.74% del total de la muestra.			
Nº 200	0.074	34.63	27.25%	48.74%	51.26%	% de Humedad Natural de la muestra ensayada			
Fondo	0.01	65.15	51.26%	100.00%	0.00%	Número de tarro =	112	Peso del agua =	26
TOTAL	127.10					Peso del tarro =	113.13	Peso suelo húmedo=	153
						Peso del tarro + Mh =	266	Peso suelo seco =	127.10
						Peso del tarro + Ms =	240.23	% Humedad Muestra:	20.27

Curva Granulométrica



R:\MPC\SUELOS

REGISTRO DE EXCAVACION											
Ejecuta		TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN					Elaboro :		TES. W.T.M.		
Proyecto :		PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019					Coord :		N:9282033 E:351542		
Ubicación:		Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín					Fecha :		28/06/2019		
Calicata N°	C-02	Nivel freático No presenta	Prof. Exc.	1.80	(m)	Cota As.	379.00	(msnm)	ESPESOR	HUMEDAD	FOTO
Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION			ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO			
			AASHTO	SUCS	SIMBOLO						
379.00	I	Suelo arenoso limoso con presencia de raíces color negro	A-8	SM-Pt		0.30	12.20				
378.70	II	El suelo es una arcilla inorgánica de mediana plasticidad, de consistencia dura con finos de 51.26%, con LL = 40.21%, color naranja con resistencia al corte de regular a mala en condiciones saturadas con un porcentaje de arena del 48.74% del total de la muestra.	A-6(8)	CL		1.50	20.27				
377.20											

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 Á.S.T.M, (registro sin escala)



C-03



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesis : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín Ubicación : Prof. Recreo

Descripción del Suelo: Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad Profundidad de la Muestra: 0.30-1.80 m

Hecho Por : TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN Calicata: C-03 Fecha: 28/06/2019

Referencia TESIS Procedencia : C-03 Coordenadas N:9281957 E:351633

Determinación del % de Humedad Natural ASTM 2216 - N.T.P. 339.127

LATA	114	120	124
PESO DE LATA grs	112.40	113.70	115.90
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	253.40	249.20	247.30
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	234.80	230.90	229.50
PESO DEL AGUA grs	18.60	18.30	17.80
PESO DEL SUELO SECO grs	122.40	117.20	113.60
% DE HUMEDAD	15.20	15.61	15.67
PROMEDIO % DE HUMEDAD	15.49		

Determinación del Gravedad Específico de Solidos ASTM D-854

LATA	1	2
VOL. DEL FRASCO A 20° C.		
METODO DE REMOCION DEL AIREa		
PESO DEL FRASCO+AGUA+SUELO		
TEMPERATURA, °C		
PESO DEL FRASCO+AGUA grs	N.R.	
PLATO EVAPORADO N°		
PESO DEL PLATO EVAP+SUELO SECO grs		
PESO DEL SUELO SECO grs		
VOLUMEN DE SOLIDOS cm3		
GRAVEDAD ESPECIFICA CORREGIDO POR T°		
PROMEDIO Gs		

OBSERVACIONES: _____



Tesis : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín **Ubicación :** Prol. Recreo

Descripción del Suelo: Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad **Profundidad de la Muestra:** 0.30-1.80 m

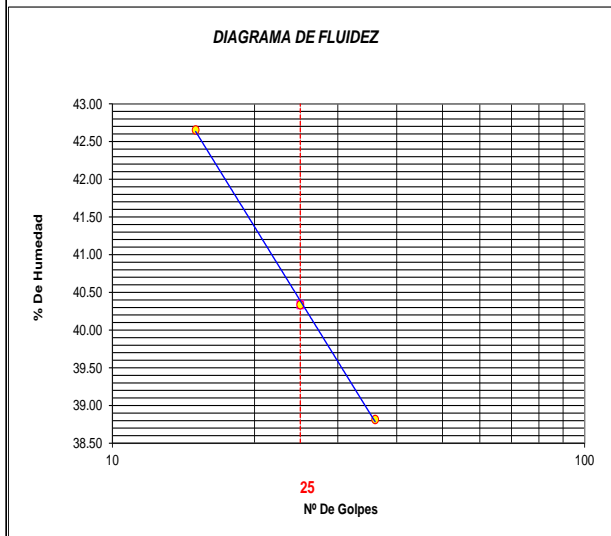
Hecho Por : TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN **Calicata:** C-03 **Fecha:** 28/06/2019

Referencia : TESIS **Procedencia :** C-03 **Coordenadas** N:9281957 E:351633

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE ATTERBERG

Determinación del Límite Líquido **ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129**

LATA	91	92	97
PESO DE LATA grs	41.53	40.33	39.94
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	71.63	70.32	69.91
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	62.63	61.70	61.53
PESO DEL AGUA grs	9.00	8.62	8.38
PESO DEL SUELO SECO grs	21.10	21.37	21.59
% DE HUMEDAD	42.65	40.34	38.81
NUMERO DE GOLPES	15	25	36



Límite de contracción (%)	ND
Límite Líquido (%)	40.34
Límite Plástico (%)	21.44
Índice de Plasticidad Ip (%)	18.90
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-6(9)
Índice de consistencia Ic	1.31

Determinación del Límite Plástico **ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129**

LATA	15	19	22
PESO DE LATA grs	29.34	41.19	36.50
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	59.99	71.79	66.23
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	54.55	66.40	61.00
PESO DEL AGUA grs	5.44	5.39	5.23
PESO DEL SUELO SECO grs	25.21	25.21	24.50
% DE HUMEDAD	21.58	21.38	21.35
% PROMEDIO	21.44		

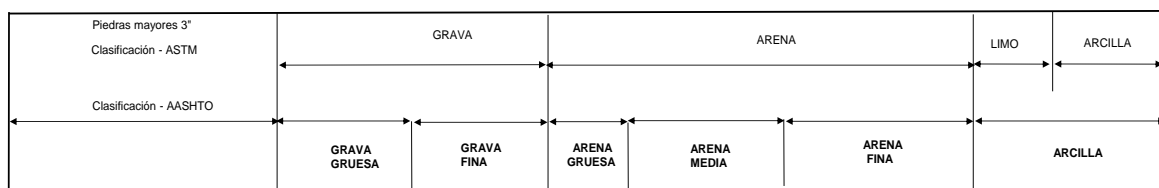
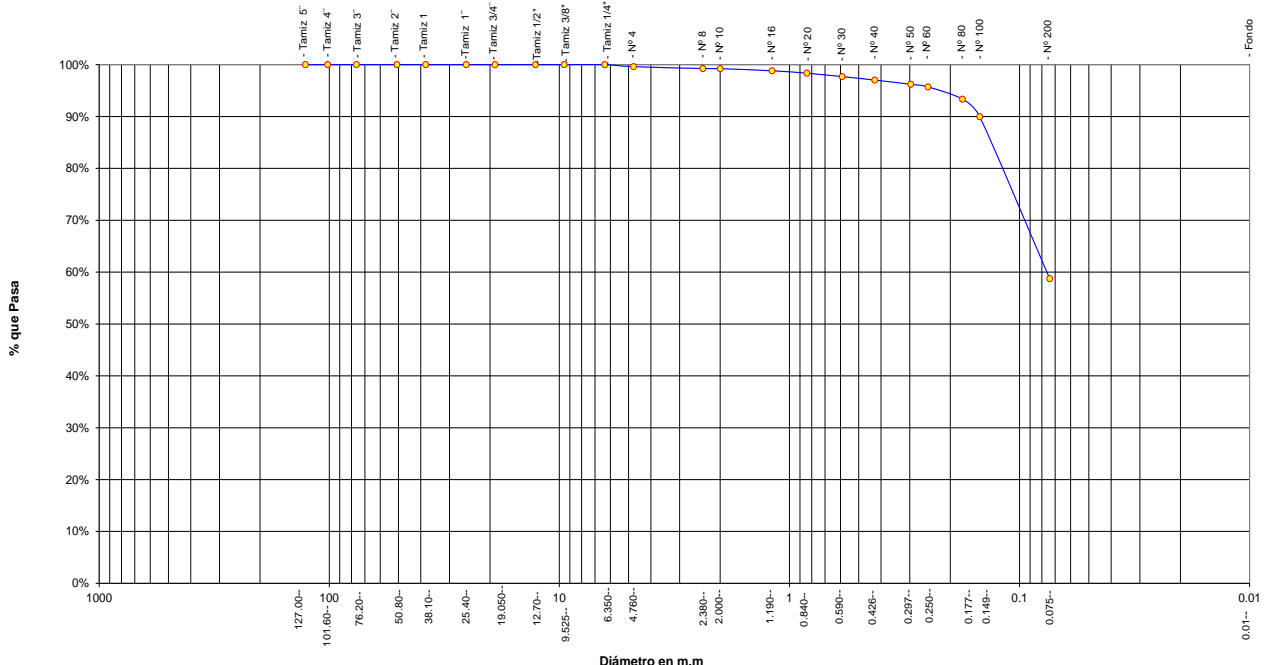
OBSERVACIONES: _____

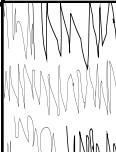

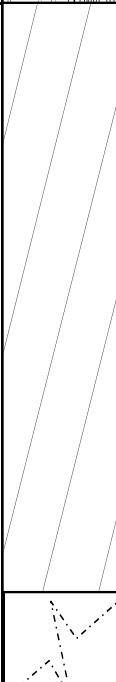

Tesis : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN: 2019			
Localización de la Tesis:	Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín	Ubicación :	Prol. Recreo
Descripción del Suelo:	Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad	0.30-1.80 m Calicata:	C-03
Hecho Por :	TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN	Fecha:	28/06/2019
Referencia :	TESIS	Procedencia :	C-03
		Coordenadas :	N:9281957 E:351633

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012

Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Composición Granulométrica %	
Ø	(mm)					% QUE PASA PARA CLASIFICACION	
Tamiz 5"	127.00					GRAVA	0.39%
Tamiz 4"	101.60					ARENA	40.86%
Tamiz 3"	76.20					LIMOS Y ARCII	58.75%
Tamiz 2"	50.80					Descripción Muestra:	
Tamiz 1 1/2"	38.10					Grupo suelos partículas finas Sub-Grupo : Limos y arcillas con LL 3/4 50% CL A-6(9)	
Tamiz 1"	25.40					Arcilla inorgánica de mediana plasticidad color naranja con clasificación 10R 5/6	
Tamiz 3/4"	19.050					SUCS =	CL
Tamiz 1/2"	12.700					LL =	40.34
Tamiz 3/8"	9.525					LP =	21.44
Tamiz 1/4"	6.350					IP =	18.90
Nº 4	4.760	0.46	0.39%	0.39%	99.61%	IG =	9
Nº 8	2.380	0.42	0.36%	0.75%	99.25%	AASHTO =	
Nº 10	2.000	0.03	0.03%	0.77%	99.23%	A-6(9)	
Nº 16	1.190	0.48	0.41%	1.18%	98.82%	WT =	114.00
Nº 20	0.840	0.55	0.47%	1.65%	98.35%	WT+SAL =	231.73
Nº 30	0.590	0.78	0.66%	2.31%	97.69%	WSAL =	117.73
Nº 40	0.426	0.78	0.66%	2.97%	97.03%	WT+SDL =	162.56
Nº 50	0.297	0.96	0.82%	3.79%	96.21%	WSDL =	48.56
Nº 60	0.250	0.59	0.50%	4.29%	95.71%	%ARC. =	58.75
Nº 80	0.177	2.78	2.36%	6.65%	93.35%	%ERR. =	0.00
Nº 100	0.149	3.99	3.39%	10.04%	89.96%	Cc =	
Nº 200	0.074	36.74	31.21%	41.25%	58.75%	Cu =	
Fondo	0.01	69.17	58.75%	100.00%	0.00%	Descripción del Suelo Ensayado:	
TOTAL		117.73				El suelo es una arcilla inorgánica de mediana plasticidad, de consistencia dura con finos de 58.75%, con LL = 40.34%, color anaranjado con resistencia al corte de regular a mala en condiciones saturadas con un porcentaje de arena del 40.86% del total de la muestra.	
						% de Humedad Natural de la muestra ensayada	
						Número de tarro =	120
						Peso del agua =	18
						Peso del tarro =	114.00
						Peso del tarro + Mh =	250
						Peso suelo húmedo=	136
						Peso del tarro + Ms =	231.73
						Peso suelo seco :	117.73
						% Humedad Muestra	15.49

Curva Granulométrica



REGISTRO DE EXCAVACION											
Ejecuta		TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN					Elaboro :		TES. W.T.M.		
Proyecto :		PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019					Coord :		N:9281957 E:351633		
Ubicación:		Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín					Fecha :		28/06/2019		
Calicata N°	C-03	Nivel freático No presenta		Prof. Exc.	1.80	(m)	Cota As.		383.00	(msnm)	
Cota As.	Estrato	Descripción del Estrato de suelo				CLASIFICACION			ESPESOR	HUMEDAD	FOTO
(m)						AASHTO	SUCS	SIMBOLO			
383.00	I	<p><i>Suelo arenoso limoso con presencia de raíces color negro</i></p> <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> <p><i>El suelo es una arcilla inorgánica de mediana plasticidad, de consistencia dura con finos de 58.75%, con LL = 40.34%, color naranja con resistencia al corte de regular a mala en condiciones saturadas con un porcentaje de arena del 40.86% del total de la muestra.</i></p>				A-8	SM-Pt		0.30	10.62	
382.70	II					A-6(9)	CL		1.50	15.49	
381.20											
OBSERVACIONES: <i>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 A.S.T.M, (registro sin escala)</i>											



C-04



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesis : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín Ubicación : Jr. Prol. Recreo - Jr. Ortencias

Descripción del Suelo: Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad Profundidad de la Muestra: 0.30-1.80 m

Hecho Por : TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN Calicata: C-04 Fecha: 28/06/2019

Referencia TESIS Procedencia : C-04 Coordenadas N:9281925 E:311746

Determinación del % de Humedad Natural ASTM 2216 - N.T.P. 339.127

LATA	20	21	22
PESO DE LATA grs	112.85	112.65	112.77
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	315.20	315.22	315.18
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	291.65	291.65	291.67
PESO DEL AGUA grs	23.55	23.57	23.51
PESO DEL SUELO SECO grs	178.80	179.00	178.90
% DE HUMEDAD	13.17	13.17	13.14
PROMEDIO % DE HUMEDAD	13.16		

Determinación del Gravedad Especifico de Solidos ASTM D-854

LATA	1	2
VOL. DEL FRASCO A 20° C.		
METODO DE REMOCION DEL AIREa		
PESO DEL FRASCO+AGUA+SUELO		
TEMPERATURA, °C		
PESO DEL FRASCO+AGUA grs	N.R.	
PLATO EVAPORADO Nº		
PESO DEL PLATO EVAP+SUELO SECO grs		
PESO DEL SUELO SECO grs		
VOLUMEN DE SOLIDOS cm3		
GRAVEDAD ESPECIFICA CORREGIDO POR T°		
PROMEDIO Gs		

OBSERVACIONES:



Tesis : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín **Ubicación :** Jr. Prol. Recreo - Jr. Ortencias

Descripción del Suelo: Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad **Profundidad de la Muestra:** 0.30-1.80 m

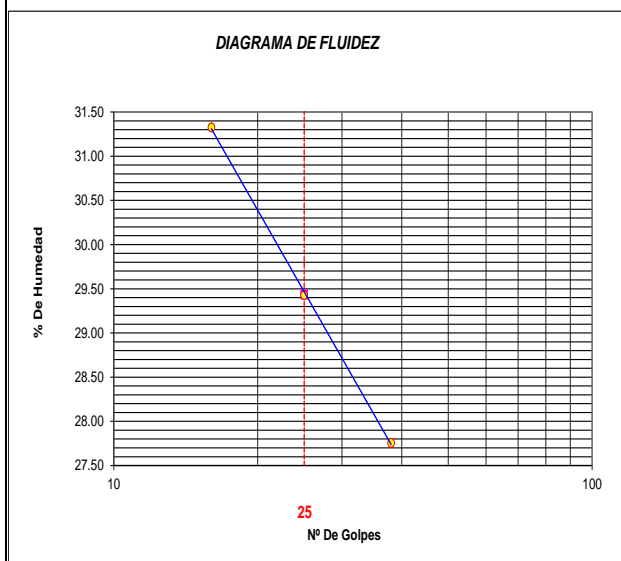
Hecho Por : TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN **Calicata:** C-04 **Fecha:** 28/06/2019

Referencia : TESIS **Procedencia :** C-04 **Coordenadas** N:9281925 E:311746

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE ATTERBERG

Determinación del Límite Líquido ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

LATA	25	26	27
PESO DE LATA grs	22.85	22.67	22.79
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	92.65	91.85	92.75
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	76.00	76.12	77.55
PESO DEL AGUA grs	16.65	15.73	15.20
PESO DEL SUELO SECO grs	53.15	53.45	54.76
% DE HUMEDAD	31.33	29.43	27.76
NUMERO DE GOLPES	16	25	38



Límite de contracción (%)	ND
Límite Líquido (%)	29.43
Límite Plástico (%)	16.70
Índice de Plasticidad Ip (%)	12.73
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-6(4)
Índice de consistencia Ic	1.28

Determinación del Límite Plástico ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

LATA	28	29	30
PESO DE LATA grs	22.68	22.61	22.62
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	53.05	53.22	53.11
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	48.70	48.84	48.75
PESO DEL AGUA grs	4.35	4.38	4.36
PESO DEL SUELO SECO grs	26.02	26.23	26.13
% DE HUMEDAD	16.72	16.70	16.69
% PROMEDIO	16.70		

OBSERVACIONES:



Tesis : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín **Ubicación :** Jr. Prol. Recreo - Jr. Ortencias

Descripción del Suelo: Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad 0.30-1.80 m Calicata: C-04

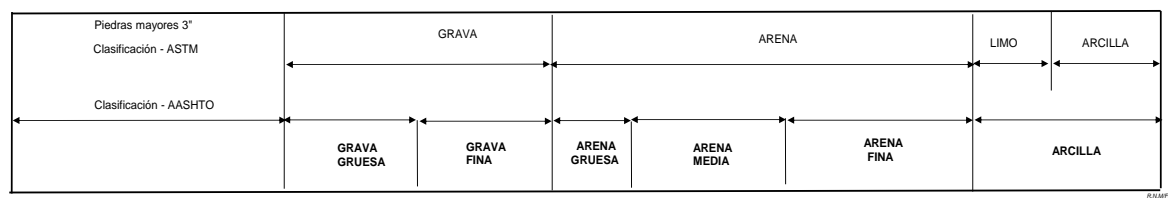
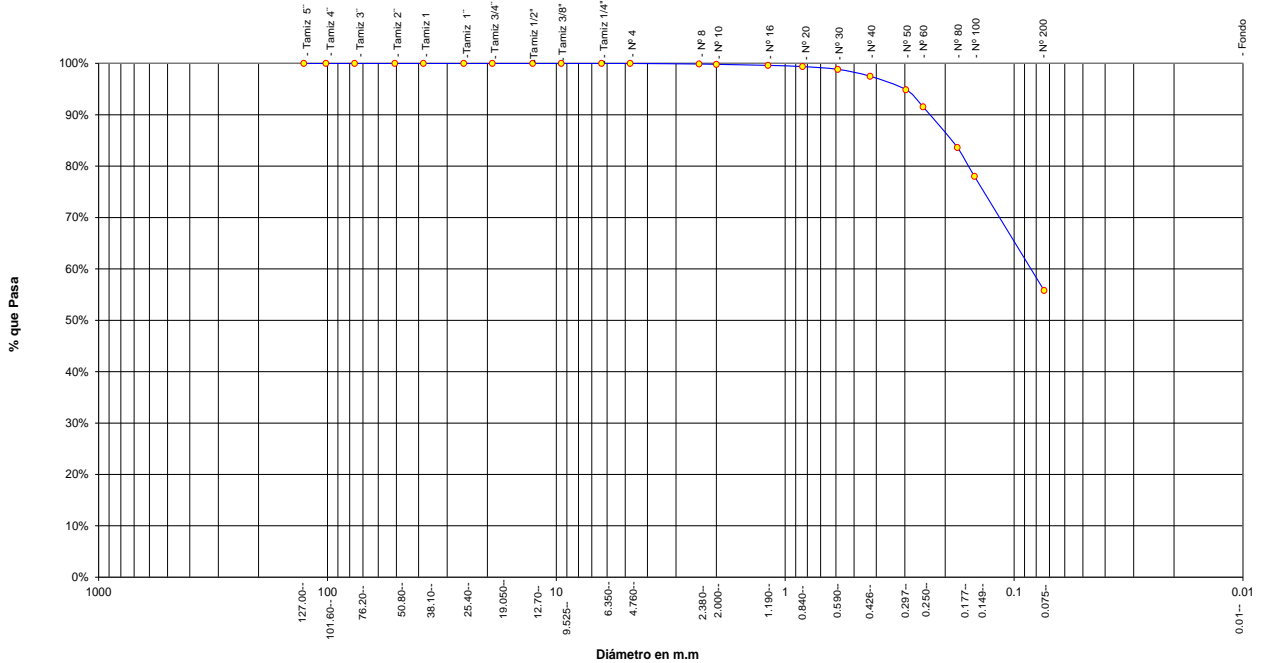
Hecho Por : TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN Fecha: 28/06/2019

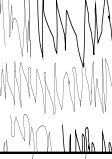



Referencia : TESIS Procedencia : C-04 Coordenadas : N:9281925 E:311746

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012

Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Composición Granulométrica %	
Ø	(mm)					% QUE PASA PARA CLASIFICACION	
Tamiz 5"	127.00					GRAVA	0.00%
Tamiz 4"	101.60					ARENA	44.17%
Tamiz 3"	76.20					LIMOS Y ARCII	55.83%
Tamiz 2"	50.80					Descripción Muestra:	
Tamiz 1 1/2"	38.10					Grupo suelos partículas finas Sub-Grupo : Limos y arcillas con LL 3/4 50% CL A-6(4)	
Tamiz 1"	25.40					Arcilla inorgánica de mediana plasticidad color naranja con clasificación 10R 5/6	
Tamiz 3/4"	19.050					SUCS =	CL
Tamiz 1/2"	12.700					LL =	29.43
Tamiz 3/8"	9.525					LP =	16.70
Tamiz 1/4"	6.350					IP =	12.73
Nº 4	4.760				100.00%	IG =	4
Nº 8	2.380	0.23	0.12%	0.12%	99.89%	D 90=	
Nº 10	2.000	0.13	0.07%	0.18%	99.82%	D 60=	%ARC. =
Nº 16	1.190	0.40	0.20%	0.38%	99.62%	D 30=	Cc =
Nº 20	0.840	0.47	0.24%	0.62%	99.39%	D 10=	Cu =
Nº 30	0.590	1.07	0.54%	1.15%	98.85%	Descripción del Suelo Ensayado:	
Nº 40	0.426	2.69	1.35%	2.50%	97.51%	El suelo es una arcilla inorgánica de mediana plasticidad, suelo de consistencia dura presencia de finos de	
Nº 50	0.297	5.23	2.62%	5.11%	94.89%	55.83%, con LL = 29.43%, color naranja con resistencia al corte de regular a mala en condiciones	
Nº 60	0.250	6.69	3.35%	8.46%	91.55%	saturadas con un porcentaje de arena del 44.17% del total de la muestra.	
Nº 80	0.177	15.80	7.90%	16.36%	83.65%	% de Humedad Natural de la muestra ensayada	
Nº 100	0.149	11.26	5.63%	21.99%	78.02%	Número de tarro =	5.00
Nº 200	0.074	44.37	22.19%	44.17%	55.83%	Peso del agua =	26
Fondo	0.01	111.66	55.83%	100.00%	0.00%	Peso del tarro =	58.92
						Peso del tarro + Mh =	285.23
						Peso del tarro + Ms =	258.92
						Peso suelo húmedo =	226
						Peso suelo seco =	200.00
TOTAL	200.00					% Humedad Muestra	13.16

Curva Granulométrica



REGISTRO DE EXCAVACION											
Ejecuta		TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN					Elaboro :		TES. W.T.M.		
Proyecto :		PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019					Coord :		N:9281925 E:311746		
Ubicación:		Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín					Fecha :		28/06/2019		
Calicata N°	C-04	Nivel freático No presenta	Prof. Exc.	1.80	(m)	Cota As.	388.00	(msnm)	ESPESOR	HUMEDAD	FOTO
Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION			ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO			
			AASHTO	SUCS	SIMBOLO						
388.00	I	Suelo arenoso limoso con presencia de raíces color negro	A-8	SM-Pt		0.30	10.82				
387.70	II	<i>El suelo es una arcilla inorgánica de mediana plasticidad, de consistencia dura con finos de 55.83%, con LL = 29.43%, color naranja con resistencia al corte de regular a mala en condiciones saturadas con un porcentaje de arena del 44.17% del total de la muestra.</i>	A-6(4)	CL		1.50	13.16				
386.20											

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 A.S.T.M, (registro sin escala)



C-05



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesis : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín **Ubicación :** Jr. Prol. Recreo - Jr. Los Laureles

Descripción del Suelo: Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad **Profundidad de la Muestra:** 0.30-1.80 m

Hecho Por : TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN **Calicata:** C-05 **Fecha:** 28/06/2019

Referencia TESIS **Procedencia :** C-05 **Coordenadas** N:9281912 E:351865

Determinación del % de Humedad Natural **ASTM 2216 - N.T.P. 339.127**

LATA	36	37	38
PESO DE LATA grs	111.68	111.52	111.50
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	312.50	312.44	312.62
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	284.12	284.65	284.75
PESO DEL AGUA grs	28.38	27.79	27.87
PESO DEL SUELO SECO grs	172.44	173.13	173.25
% DE HUMEDAD	16.46	16.05	16.09
PROMEDIO % DE HUMEDAD	16.20		

Determinación del Gravedad Especifico de Solidos **ASTM D-854**

LATA	1	2
VOL. DEL FRASCO A 20° C.		
METODO DE REMOCION DEL AIREa		
PESO DEL FRASCO+AGUA+SUELO		
TEMPERATURA, °C		
PESO DEL FRASCO+AGUA grs	N.R.	
PLATO EVAPORADO N°		
PESO DEL PLATO EVAP+SUELO SECO grs		
PESO DEL SUELO SECO grs		
VOLUMEN DE SOLIDOS cm3		
GRAVEDAD ESPECIFICA CORREGIDO POR T°		
PROMEDIO Gs		

OBSERVACIONES: _____



Tesis : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín **Ubicación :** Jr. Prol. Recreo - Jr. Los Laureles

Descripción del Suelo: Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad **Profundidad de la Muestra:** 0.30-1.80 m

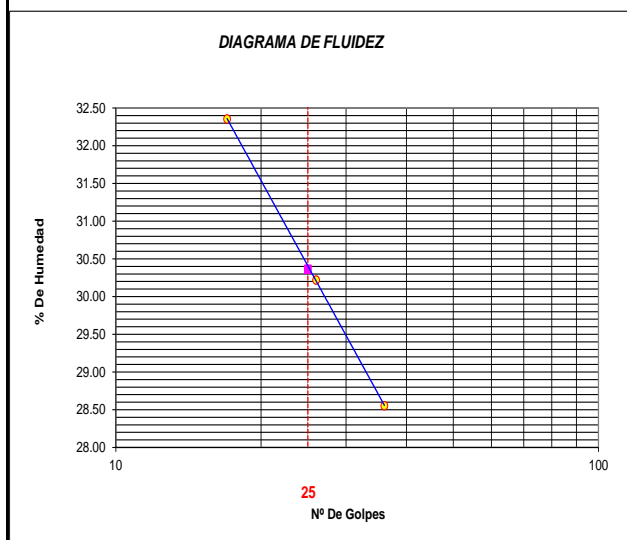
Hecho Por : TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN **Calicata:** C-05 **Fecha:** 28/06/2019

Referencia : TESIS **Procedencia :** C-05 **Coordenadas** N:9281912 E:351865

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE ATTERBERG

Determinación del Límite Líquido ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

LATA	45	46	47
PESO DE LATA grs	22.62	22.58	22.75
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	90.65	90.75	90.87
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	74.02	74.93	75.74
PESO DEL AGUA grs	16.63	15.82	15.13
PESO DEL SUELO SECO grs	51.40	52.35	52.99
% DE HUMEDAD	32.35	30.22	28.55
NUMERO DE GOLPES	17	26	36



Límite de contracción (%)	ND
Límite Líquido (%)	30.36
Límite Plástico (%)	17.87
Índice de Plasticidad Ip (%)	12.49
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-6(6)
Índice de consistencia Ic	1.13

Determinación del Límite Plástico ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

LATA	48	49	50
PESO DE LATA grs	22.90	22.88	22.85
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	53.05	53.12	53.08
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	48.48	48.54	48.49
PESO DEL AGUA grs	4.57	4.58	4.59
PESO DEL SUELO SECO grs	25.58	25.66	25.64
% DE HUMEDAD	17.87	17.85	17.90
% PROMEDIO	17.87		

OBSERVACIONES: _____

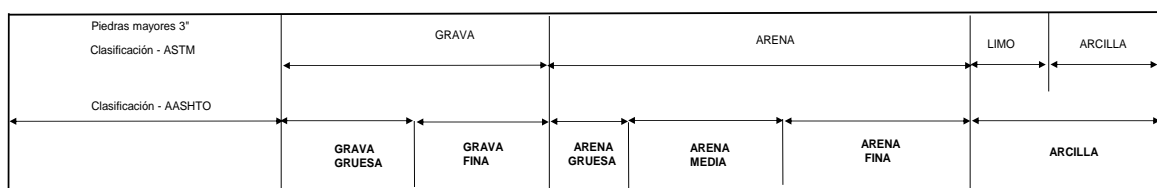
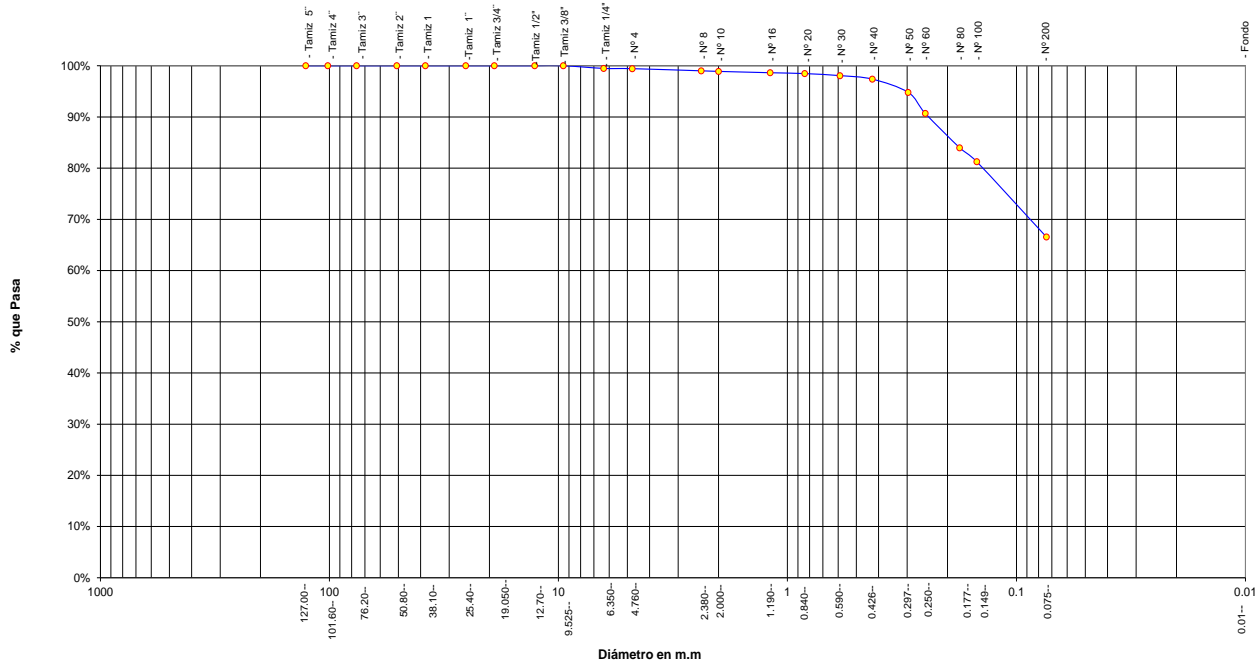


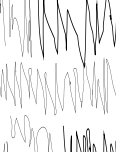



Tesis : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN			
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019			
Localización de la Tesis:	Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín	Ubicación :	Jr. Prol. Recreo - Jr. Los Laureles
Descripción del Suelo:	Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad	0.30-1.80 m	Calicata: C-05
Hecho Por :	TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN		Fecha: 28/06/2019
Referencia : TESIS		Procedencia : C-05	Coordenadas : N:9281912 E:351865

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012

Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Composición Granulométrica %					
Ø (mm)	% QUE PASA PARA CLASIFICACION										
Tamiz 5"	127.00					GRAVA	0.57%	N°4 =	99.43%		
Tamiz 4"	101.60					ARENA	32.87%	N° 40 =	97.38%		
Tamiz 3"	76.20					LIMOS Y ARCIL	66.57%	N°10=	98.90%		
Tamiz 2"	50.80							N° 200 =	66.57%		
Tamiz 1 1/2"	38.10					Descripción Muestra:					
Tamiz 1"	25.40					Grupo suelos partículas finas Sub-Grupo : Limos y arcillas con LL 3/4 50% CL A-6(6)					
Tamiz 3/4"	19.050					Arcilla inorgánica de mediana plasticidad color naranja con clasificación 10R 5/6					
Tamiz 1/2"	12.700					SUCS =		AASHTO =			
Tamiz 3/8"	9.525				100.00%	LL	=	30.36	WT	=	56.85
Tamiz 1/4"	6.350	1.04	0.52%	0.52%	99.48%	LP	=	17.87	WT+SAL	=	256.85
N° 4	4.760	0.10	0.05%	0.57%	99.43%	IP	=	12.49	WSAL	=	200.00
N° 8	2.380	0.84	0.42%	0.99%	99.01%	IG	=	6	WT+SDL	=	123.72
N° 10	2.000	0.23	0.12%	1.11%	98.90%	D	90=		WSDL	=	66.87
N° 16	1.190	0.52	0.26%	1.37%	98.64%	D	60=		%ARC.	=	66.57
N° 20	0.840	0.34	0.17%	1.54%	98.47%	D	30=		%ERR.	=	0.00
N° 30	0.590	0.79	0.40%	1.93%	98.07%	D	10=		Cc	=	
N° 40	0.426	1.38	0.69%	2.62%	97.38%				Cu	=	
N° 50	0.297	5.17	2.59%	5.21%	94.80%	Descripción del Suelo Ensayado:					
N° 60	0.250	8.23	4.12%	9.32%	90.68%	El suelo es una arcilla inorgánica de mediana plasticidad, suelo de consistencia dura presencia de finos de 66.57%, con LL = 30.36%, color naranja con resistencia al corte de regular a mala en condiciones saturadas con un porcentaje de arena del 32.87% del total de la muestra.					
N° 80	0.177	13.40	6.70%	16.02%	83.98%	% de Humedad Natural de la muestra ensayada					
N° 100	0.149	5.46	2.73%	18.75%	81.25%	Número de tarro	=	7.00	Peso del agua	=	32
N° 200	0.074	29.37	14.69%	33.44%	66.57%	Peso del tarro	=	56.85	Peso suelo húmedo=	=	232
Fondo	0.01	133.13	66.57%	100.00%	0.00%	Peso del tarro + Mh	=	289.24	Peso suelo seco	=	200.00
TOTAL	200.00					Peso del tarro + Ms	=	256.85	% Humedad Muestra	=	16.20

Curva Granulométrica



REGISTRO DE EXCAVACION										
Ejecuta		TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN					Elaboro :		TES. W.T.M.	
Proyecto :		PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019					Coord :		N:9281912 E:351865	
Ubicación:		Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín					Fecha :		28/06/2019	
Calicata N°		C-05	Nivel freático No presenta		Prof. Exc.	1.80 (m)	Cota As.		391.00 (msnm)	
Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION			ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO		
			AASHTO	SUCS	SIMBOLO					
391.00	I	Suelo arenoso limoso con presencia de raíces color negro	A-8	SM-Pt		0.30	11.05			
390.70	II	El suelo es una arcilla inorgánica de mediana plasticidad, de consistencia dura con finos de 66.57%, con LL = 30.36%, color naranja con resistencia al corte de regular a mala en condiciones saturadas con un porcentaje de arena del 32.87% del total de la muestra.	A-6(6)	CL		1.50	16.20			
389.20										

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 Á.S.T.M, (registro sin escala)



C-06



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesis : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín Ubicación : Prol. Recreo - Carret. Yur.

Descripción del Suelo: Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad Profundidad de la Muestra: 0.30-1.80 m

Hecho Por : TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN Calicata: C-06 Fecha: 28/06/2019

Referencia AN JOSE DE SISA Procedencia : C-06 Coordenadas N:9281901 E:351996

Determinación del % de Humedad Natural ASTM 2216 - N.T.P. 339.127

LATA	4	5	6
PESO DE LATA grs	112.65	112.68	112.52
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	315.65	314.85	315.05
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	290.65	290.00	290.10
PESO DEL AGUA grs	25.00	24.85	24.95
PESO DEL SUELO SECO grs	178.00	177.32	177.58
% DE HUMEDAD	14.04	14.01	14.05
PROMEDIO % DE HUMEDAD	14.04		

Determinación del Gravedad Especifico de Solidos ASTM D-854

LATA	1	2
VOL. DEL FRASCO A 20° C.		
METODO DE REMOCION DEL AIRE ^a		
PESO DEL FRASCO+AGUA+SUELO		
TEMPERATURA, °C		
PESO DEL FRASCO+AGUA grs	N.R.	
PLATO EVAPORADO N°		
PESO DEL PLATO EVAP+SUELO SECO grs		
PESO DEL SUELO SECO grs		
VOLUMEN DE SOLIDOS cm ³		
GRAVEDAD ESPECIFICA CORREGIDO POR T°		
PROMEDIO Gs		

OBSERVACIONES: _____



Tesis : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín **Ubicación :** Prol. Recreo - Carret. Yur.

Descripción del Suelo: Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad **Profundidad de la Muestra:** 0.30-1.80 m

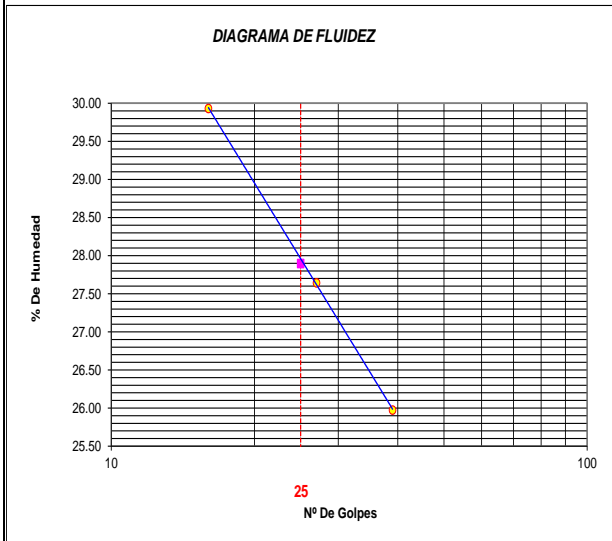
Hecho Por : TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN **Calicata:** C-06 **Fecha:** 28/06/2019

Referencia : N JOSE DE SISA **Procedencia :** C-06 **Coordenadas** N:9281901 E:351996

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE ATTERBERG

Determinación del Límite Líquido **ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129**

LATA	7	8	9
PESO DE LATA grs	22.62	22.51	22.60
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	91.25	90.85	91.57
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	75.44	76.05	77.35
PESO DEL AGUA grs	15.81	14.80	14.22
PESO DEL SUELO SECO grs	52.82	53.54	54.75
% DE HUMEDAD	29.93	27.64	25.97
NUMERO DE GOLPES	16	27	39



Límite de contracción (%)	ND
Límite Líquido (%)	27.90
Límite Plástico (%)	14.90
Índice de Plasticidad Ip (%)	13.00
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-6(4)
Índice de consistencia Ic	1.07

Determinación del Límite Plástico **ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129**

LATA	10	11	12
PESO DE LATA grs	22.55	22.44	22.50
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	52.85	52.67	52.75
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	48.92	48.75	48.83
PESO DEL AGUA grs	3.93	3.92	3.92
PESO DEL SUELO SECO grs	26.37	26.31	26.33
% DE HUMEDAD	14.90	14.90	14.89
% PROMEDIO	14.90		

OBSERVACIONES: _____



Tesis : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín Ubicación : Proel. Recreo - Carret. Yur.

Descripción del Suelo: Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad 0.30-1.80 m Calicata: C-06

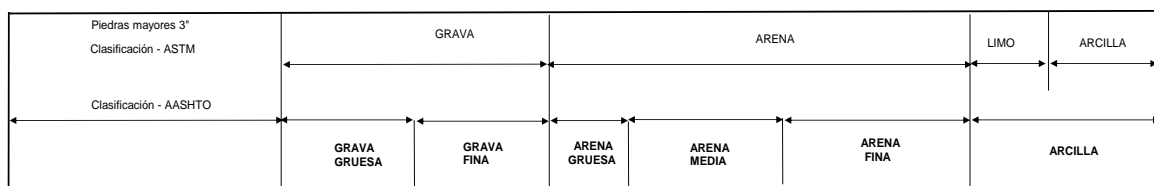
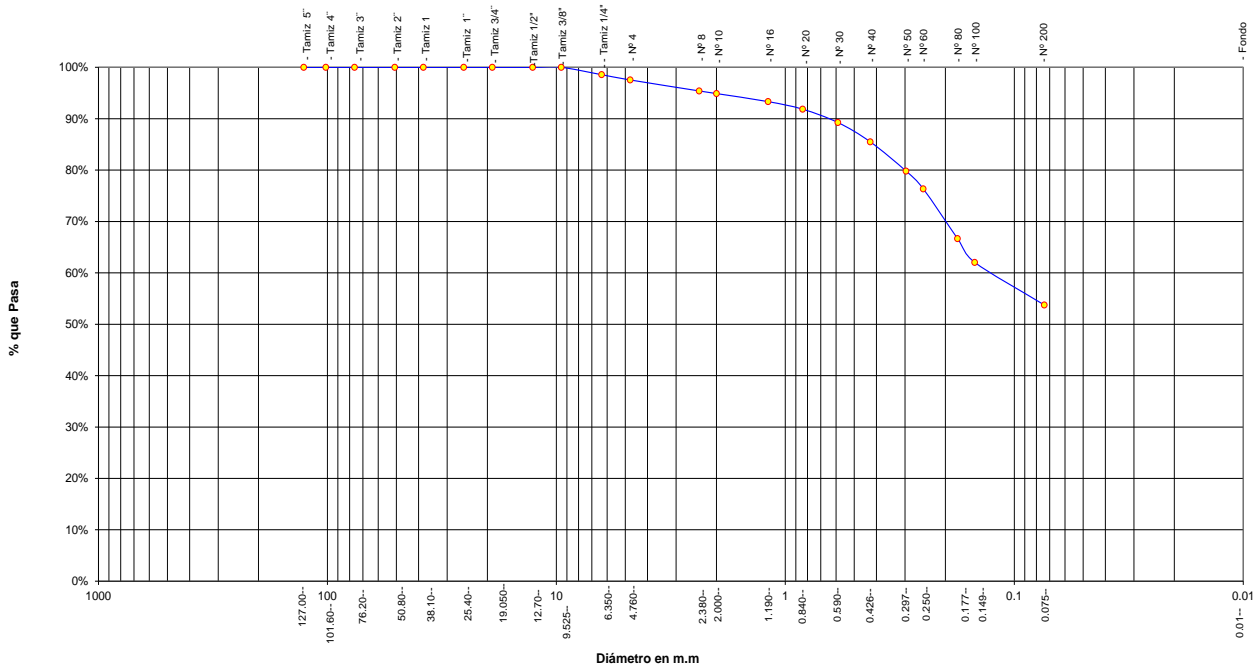
Hecho Por : TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN Fecha: 28/06/2019

Referencia : N JOSE DE SISA Procedencia : C-06 Coordenadas : N:9281901 E:351996

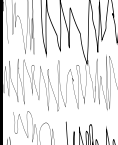

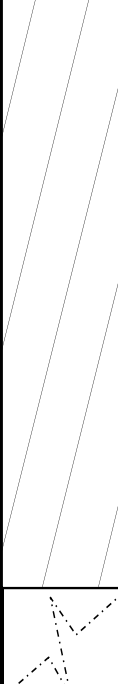

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012

Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Composición Granulométrica %	
Ø (mm)						% QUE PASA PARA CLASIFICACION	
Tamiz 5"	127.00					GRAVA	2.46%
Tamiz 4"	101.60					ARENA	43.80%
Tamiz 3"	76.20					LIMOS Y ARCII	53.75%
Tamiz 2"	50.80					Descripción Muestra:	
Tamiz 1 1/2"	38.10					Grupo suelos particulas finas Sub-Grupo : Limos y arcillas con LL 3/4 50% CL A-6(4)	
Tamiz 1"	25.40					Arcilla inorgánica de mediana plasticidad color naranja con clasificación 10R 5/6	
Tamiz 3/4"	19.050					SUCS =	CL
Tamiz 1/2"	12.700					LL =	27.90
Tamiz 3/8"	9.525				100.00%	LP =	14.90
Tamiz 1/4"	6.350	2.85	1.43%	1.43%	98.58%	IP =	13.00
Nº 4	4.760	2.06	1.03%	2.46%	97.55%	IG =	4
Nº 8	2.380	4.27	2.14%	4.59%	95.41%	D 90=	
Nº 10	2.000	1.03	0.52%	5.11%	94.90%	D 60=	%ARC. =
Nº 16	1.190	3.13	1.57%	6.67%	93.33%	D 30=	Cc =
Nº 20	0.840	2.96	1.48%	8.15%	91.85%	D 10=	Cu =
Nº 30	0.590	5.17	2.59%	10.74%	89.27%	Descripción del Suelo Ensayado:	
Nº 40	0.426	7.52	3.76%	14.50%	85.51%	El suelo es una arcilla inorgánica de mediana plasticidad, suelo de consistencia dura, presencia de finos de	
Nº 50	0.297	11.40	5.70%	20.20%	79.81%	53.75%, con LL = 27.90%, color naranja con resistencia al corte de regular a mala en condiciones	
Nº 60	0.250	6.88	3.44%	23.64%	76.37%	saturadas con un porcentaje de arena del 43.80% del total de la muestra.	
Nº 80	0.177	19.41	9.71%	33.34%	66.66%	% de Humedad Natural de la muestra ensayada	
Nº 100	0.149	9.22	4.61%	37.95%	62.05%	Número de tarro =	2.00
Nº 200	0.074	16.60	8.30%	46.25%	53.75%	Peso del agua	28
Fondo	0.01	107.50	53.75%	100.00%	0.00%	Peso del tarro =	58.60
						Peso del tarro + Mh =	286.68
						Peso del tarro + Ms =	258.60
						Peso suelo húmedo =	228
						Peso suelo seco =	200.00
						% Humedad Muestra	14.04
TOTAL	200.00						

Curva Granulométrica





REGISTRO DE EXCAVACION								
Ejecuta		TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN				Elaboro :	TES. W.T.M.	
Proyecto :		PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019				Coord :	N:9281901 E:351996	
Ubicación:		Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín				Fecha :	28/06/2019	
Calicata N°	C-06	Nivel freático No presenta	Prof. Exc.	1.80	(m)	Cota As.	397.00 (msnm)	
Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo	CLASIFICACION			ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO
			AASHTO	SUCS	SIMBOLO			
397.00	I	Suelo arenoso limoso con presencia de raíces color negro	A-8	SM-Pt		0.30	10.97	
396.70								
	II	<i>El suelo es una arcilla inorgánica de mediana plasticidad, de consistencia dura con finos de 53.75%, con LL = 27.90%, color naranja con resistencia al corte de regular a mala en condiciones saturadas con un porcentaje de arena del 43.80% del total de la muestra.</i>	A-6(4)	CL		1.50	14.04	
395.20								
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 A.S.T.M., (registro sin escala)								



A-2. MUESTRAS CON ADITIVO



C-03



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesis : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín **Ubicación :** Prol. Recreo

Descripción del Suelo: Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad **Profundidad de la Muestra:** 0.30-1.80 m

Hecho Por : TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN **Calicata:** C-03 Con Aditivo **Fecha:** 28/06/2019

Referencia TESIS **Procedencia :** C-03 Con Aditivo **Coordenadas** N:9281957 E:351633

Determinación del % de Humedad Natural **ASTM 2216 - N.T.P. 339.127**

LATA	12	13	14
PESO DE LATA grs	56.85	56.81	56.75
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	157.10	157.05	157.12
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	149.01	148.98	149.00
PESO DEL AGUA grs	8.09	8.07	8.12
PESO DEL SUELO SECO grs	92.16	92.17	92.25
% DE HUMEDAD	8.78	8.76	8.80
PROMEDIO % DE HUMEDAD	8.78		

Determinación del Gravedad Especifico de Solidos **ASTM D-854**

LATA	1	2
VOL. DEL FRASCO A 20° C.		
METODO DE REMOCION DEL AIREa		
PESO DEL FRASCO+AGUA+SUELO		
TEMPERATURA, °C		
PESO DEL FRASCO+AGUA grs	N.R.	
PLATO EVAPORADO Nº		
PESO DEL PLATO EVAP+SUELO SECO grs		
PESO DEL SUELO SECO grs		
VOLUMEN DE SOLIDOS cm3		
GRAVEDAD ESPECIFICA CORREGIDO POR		
PROMEDIO Gs		

OBSERVACIONES:



Tesis : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín **Ubicación :** Prol. Recreo

Descripción del Suelo: Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad **Profundidad de la Muestra:** 0.30-1.80 m

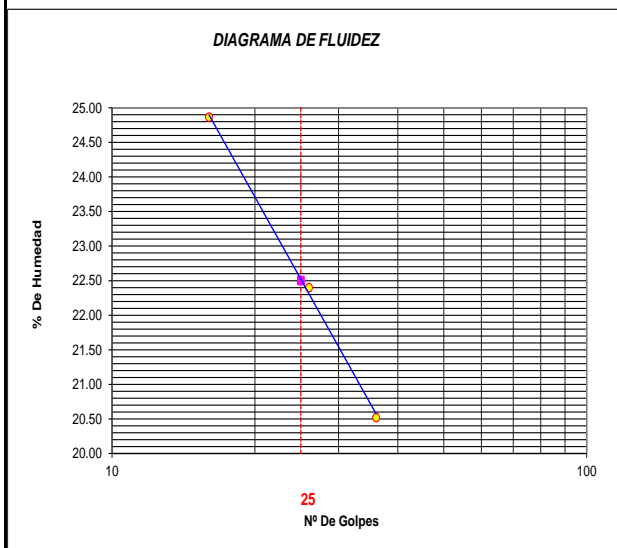
Hecho Por : TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN **Calicata:** C-03 Con Aditivo **Fecha:** 28/06/2019

Referencia : TESIS **Procedencia :** C-03 Con Aditivo **Coordenadas** N:9281957 E:351633

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE ATTERBERG

Determinación del Límite Líquido ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	28.25	28.16	28.21
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	85.65	85.65	85.77
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	74.22	75.13	75.97
PESO DEL AGUA grs	11.43	10.52	9.80
PESO DEL SUELO SECO grs	45.97	46.97	47.76
% DE HUMEDAD	24.86	22.40	20.52
NUMERO DE GOLPES	16	26	36



Límite de contracción (%)	ND
Límite Líquido (%)	22.50
Límite Plástico (%)	15.00
Índice de Plasticidad Ip (%)	7.50
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-6(9)
Índice de consistencia Ic	1.83

Determinación del Límite Plástico ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

LATA	4	5	6
PESO DE LATA grs	29.34	41.22	36.50
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	59.85	59.78	59.81
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	55.87	57.36	56.77
PESO DEL AGUA grs	3.98	2.42	3.04
PESO DEL SUELO SECO grs	26.53	16.14	20.27
% DE HUMEDAD	15.00	14.99	15.00
% PROMEDIO	15.00		

OBSERVACIONES:



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesis : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
 RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín **Ubicación :** Prol. Recreo

Descripción del Suelo: Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad **0.30-1.80 m** Calicata: C-03 Con Aditivo

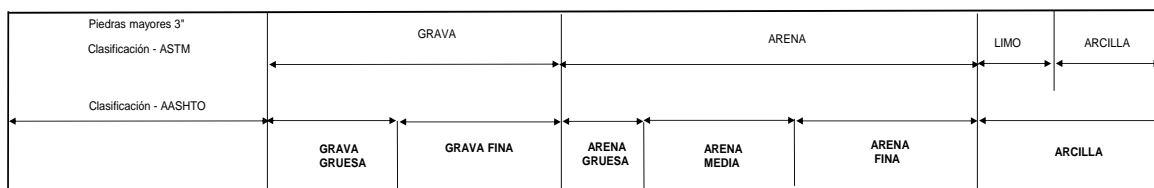
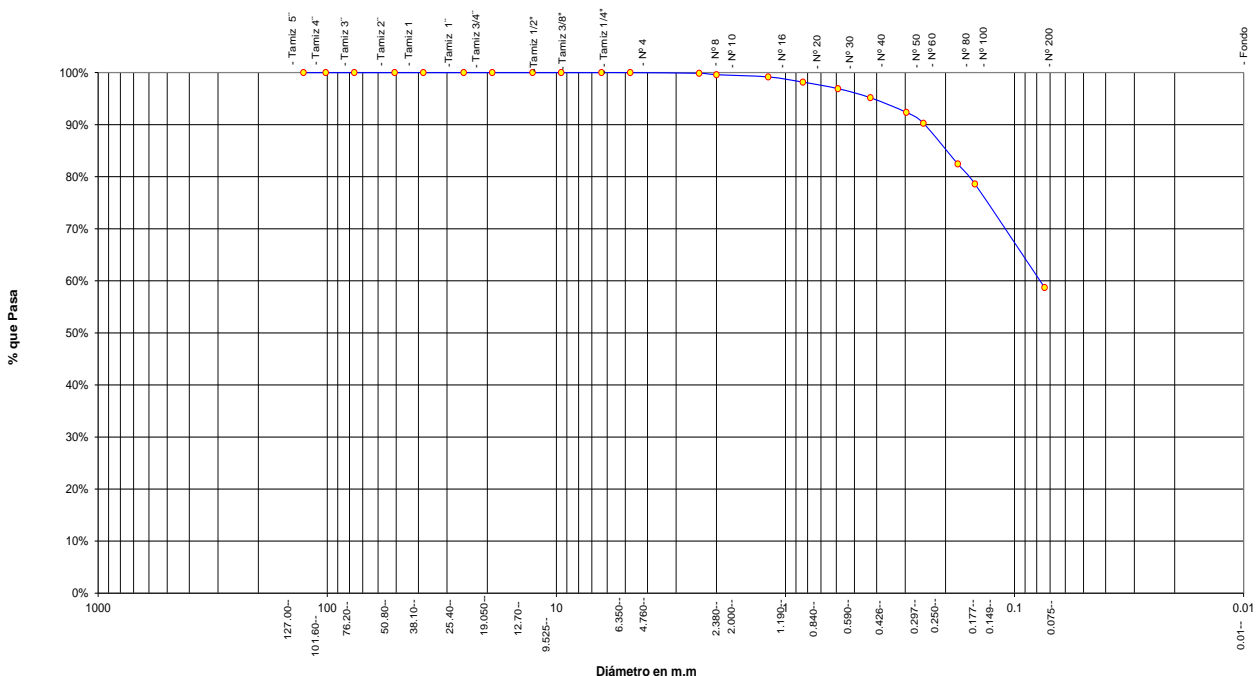
Hecho Por : TESIS TA WILSER TANG MONDRAGÓN Fecha: 28/06/2019

Referencia : TESIS **Procedencia :** C-03 Con Aditivo **Coordenadas :** N:9281957 **E:351633**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012

Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Composición Granulométrica %	
Ø	(mm)					% QUE PASA PARA CLASIFICACION	
Tamiz 5"	127.00					GRAVA	0.00%
Tamiz 4"	101.60					ARENA	41.28%
Tamiz 3"	76.20					LIMOS Y ARCIL	58.73%
Tamiz 2"	50.80					Descripción Muestra:	
Tamiz 1 1/2"	38.10					Grupo suelos partículas finas Sub-Grupo : Limos y arcillas con LL 3/4 50% CL A-6(9)	
Tamiz 1"	25.40					Arcilla inorgánica de mediana plasticidad color naranja con clasificación 10R 5/6	
Tamiz 3/4"	19.050					SUCS =	CL
Tamiz 1/2"	12.700					LL	= 22.50 WT = 56.00
Tamiz 3/8"	9.525					LP	= 15.00 WT+SAL = 256.00
Tamiz 1/4"	6.350				100.00%	IP	= 7.50 WSAL = 200.00
Nº 4	4.760			0.00%	100.00%	IG	= 9 WT+SDL = 138.55
Nº 8	2.380	0.25	0.13%	0.13%	99.88%	D	= 90= %ARC. = 58.73
Nº 10	2.000	0.55	0.28%	0.40%	99.60%	D	= 60= %ERR. = 0.00
Nº 16	1.190	0.85	0.43%	0.83%	99.18%	D	= 30= Cc =
Nº 20	0.840	2.00	1.00%	1.83%	98.18%	D	= 10= Cu =
Nº 30	0.590	2.50	1.25%	3.08%	96.93%	Descripción del Suelo Ensayado:	
Nº 40	0.426	3.50	1.75%	4.83%	95.18%	El suelo es una arcilla inorgánica de mediana plasticidad, de consistencia dura con finos de	
Nº 50	0.297	5.60	2.80%	7.63%	92.38%	58.73%, con LL = 22.50%, color anaranjado con resistencia al corte de regular a mala en	
Nº 60	0.250	4.20	2.10%	9.73%	90.28%	condiciones saturadas con un porcentaje de arena del 41.28% del total de la muestra.	
Nº 80	0.177	15.65	7.83%	17.55%	82.45%	% de Humedad Natural de la muestra ensayada	
Nº 100	0.149	7.65	3.83%	21.38%	78.63%	Número de tarro =	5
Nº 200	0.074	39.80	19.90%	41.28%	58.73%	Peso del tarro =	56.00
Fondo	0.01	117.45	58.73%	100.00%	0.00%	Peso del tarro + Mh =	274
TOTAL	200.00					Peso del tarro + Ms =	256.00
						Peso del agua	18
						Peso suelo húmedo=	218
						Peso suelo seco :	200.00
						% Humedad Muestra	8.78

Curva Granulométrica





B. ENSAYOS ESPECIALES



B-1. CBR PATRON - MUESTRA NATURAL – C-03



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesis: PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín Ubicación: Prol. Recreo
Descripción del Suelo: Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad Profundidad de la Muestra: 0.30-1.80 m Calicata: C-03
Hecho Por: TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN Fecha: 28/06/2019

Nº Golpes / capa: 56 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.
Dimensiones del Molde: Diametro: 15.2 Altura: 11.7 Vol. 2123.07
Sobrecarga: 10 Lbs.

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

Determinación del contenido de Humedad

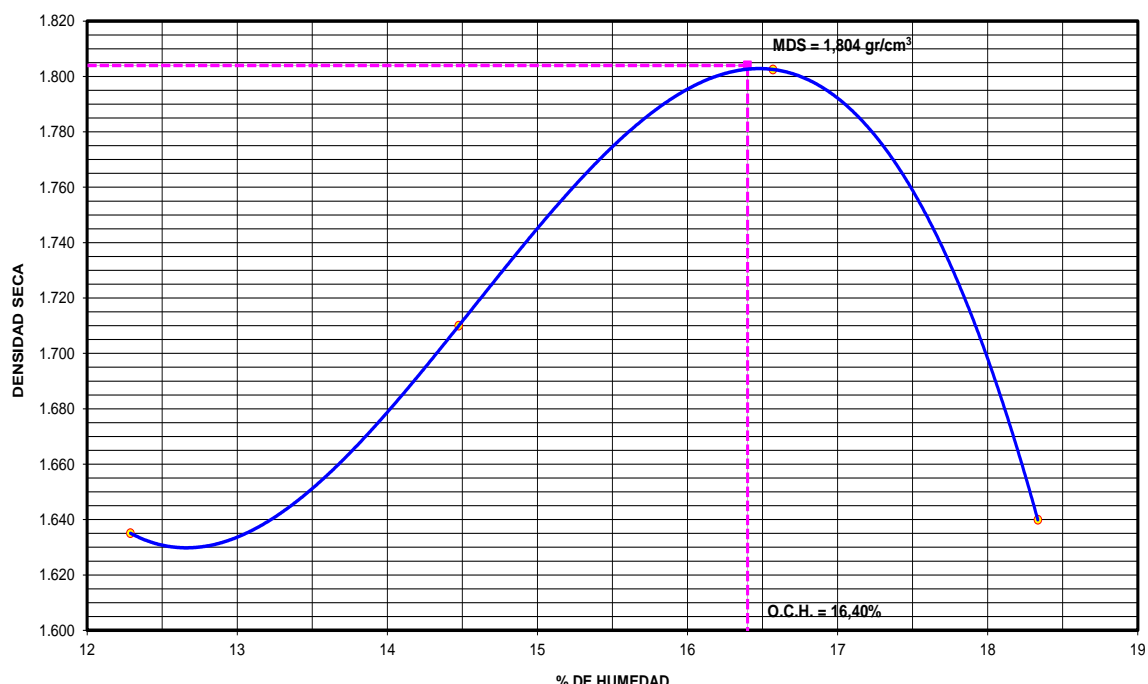
MUESTRA Nº	33.00	34.00	35.00	36.00	37.00	38.00	39.00	40.00
PESO DEL TARRO (grs)	55.57	55.51	55.59	55.66	55.61	55.58	55.60	55.67
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	156.28	156.29	156.55	156.51	156.58	156.59	156.62	156.67
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	145.40	145.12	143.85	143.69	142.30	142.16	140.99	141.00
PESO DEL AGUA (grs)	10.88	11.17	12.70	12.82	14.28	14.43	15.63	15.67
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	89.8	89.6	88.3	88.0	86.7	86.6	85.4	85.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	12.11	12.47	14.39	14.56	16.47	16.67	18.30	18.36
% PROMEDIO	12.29		14.48		16.57		18.33	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	12.29	14.48	16.57	18.33
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	10345.00	10603.00	10908.00	10567.00
PESO DEL MOLDE (grs)	6447.00	6447.00	6447.00	6447.00
PESO DEL SUELO (grs)	3898	4156	4461	4120
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm ³)	1.84	1.96	2.10	1.94
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	1.635	1.710	1.803	1.64

Densidad Máxima (grs/cm ³)	1.804
Humedad Optima%	16.40

COMPACTACION





UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesis: PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín Ubicación: Prol. Recreo
Descripción del Suelo: Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad Profundidad de la Muestra: 0.30-1.80 Calicata: C-03
Hecho Por : TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN Fecha: 28/06/2019

Nº Golpes / capa: 56 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.
Dimensiones del Molde Diámetro: 15.2 Altura: 11.7 Vol. 2123.07
Sobrecarga: 10 Lbs.

Calib: 9.96558 43.8333
VALOR RELATIVO SOPORTE (C.B.R.) ASTM D - 1883

Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA Nº / Nº GOLPES	1.00	25.00	27.00	28.00	29.00	30.00
PESO DEL TARRO (grs)	55.69	55.70	55.72	55.66	55.68	55.61
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs)	156.20	156.80	156.60	156.68	156.72	156.76
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	142.05	142.53	142.44	142.38	142.50	142.50
PESO DEL AGUA (grs)	14.15	14.27	14.16	14.30	14.22	14.26
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	86.36	86.83	86.72	86.72	86.82	86.89
CONTENIDO DE HUMEDAD %	16.38	16.43	16.33	16.49	16.38	16.41
% PROMEDIO	16.41		16.41		16.40	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	16.41	16.41	16.40
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	8734.00	8512.00	8306.00
PESO DEL MOLDE (grs)	4275.00	4275.00	4275.00
PESO DEL SUELO (grs)	4459.00	4237.00	4031.00
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	2.10	2.00	1.90
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.804	1.714	1.631

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	Nº GOLPES 56			Nº GOLPES 25			Nº GOLPES 13			m.m.M
			Lec Dial	EXPANSIÓN		Lec Dial	EXPANSIÓN		Lec Dial	EXPANSIÓN		
				m.m	%		m.m	%		m.m	%	
10/06/2019	07:11:00	0	78.00	0.00	0.00	72.00	0.00	0.00	34.00	0.00	0.00	117
11/06/2019	07:11:00	24	78.90	0.90	0.77	74.80	2.80	2.39	36.70	2.70	2.31	117
12/06/2019	07:11:00	48	80.50	2.50	2.14	76.30	4.30	3.68	38.50	4.50	3.85	117
13/06/2019	07:11:00	72	82.60	4.60	3.93	77.50	5.50	4.70	40.30	6.30	5.38	117
14/06/2019	07:11:00	96	83.00	5.00	4.27	77.90	5.90	5.04	41.00	7.00	5.98	117

PENETRACIÓN

Penetración en pulgadas	Molde Nº 56				Molde Nº 25				Molde Nº 13			
	Lec Dial	CORRECCIÓN			Lec Dial	CORRECCIÓN			Lec Dial	CORRECCIÓN		
		Lbs	Lbs/Pulg2			Lbs	Lbs/Pulg2			Lbs	Lbs/Pulg2	
0.000	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		
0.025	8.00	123.56	41.19		6.00	103.63	34.54		3.00	73.73	24.58	
0.050	19.00	233.18	77.73		16.00	203.28	67.76		7.00	113.59	37.86	
0.075	30.00	342.80	114.27		25.00	292.97	97.66		13.00	173.39	57.80	
0.100	41.00	452.42	150.81	15.08	35.00	392.63	130.88	13.09	20.00	243.14	81.05	8.10
0.150	55.00	591.94	197.31		52.00	562.04	187.35		30.00	342.80	114.27	
0.200	75.00	791.25	263.75	17.58	65.00	691.60	230.53	15.37	37.00	412.56	137.52	9.17
0.250	88.00	920.80	306.93		76.00	801.22	267.07		44.00	482.32	160.77	
0.300	98.00	1020.46	340.15		85.00	890.91	296.97		50.00	542.11	180.70	
0.400	110.00	1140.05	380.02		94.00	980.60	326.87		56.00	601.91	200.64	
0.500	112.00	1159.98	386.66		95.00	990.56	330.19		57.00	611.87	203.96	



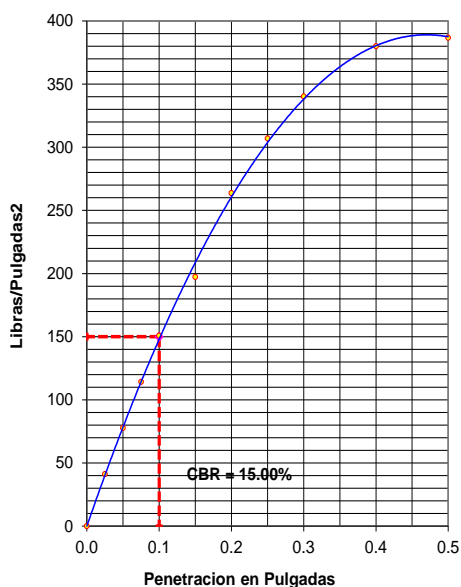
Tesis: PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín Ubicación: Prol. Recreo

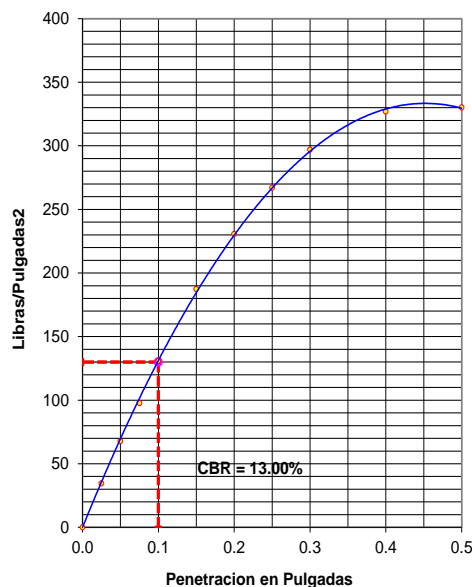
Descripción del Suelo: Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad Profundidad de la Muestra: 0.30-1.80 m Calicata: C-03

Hecho Por TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN Fecha: 28/06/2019

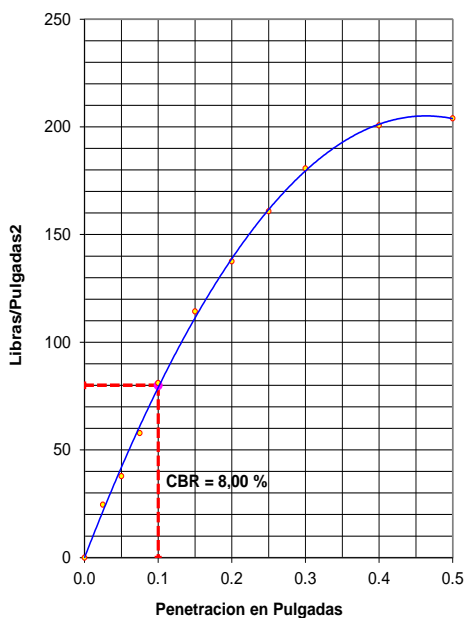
56 GOLPES



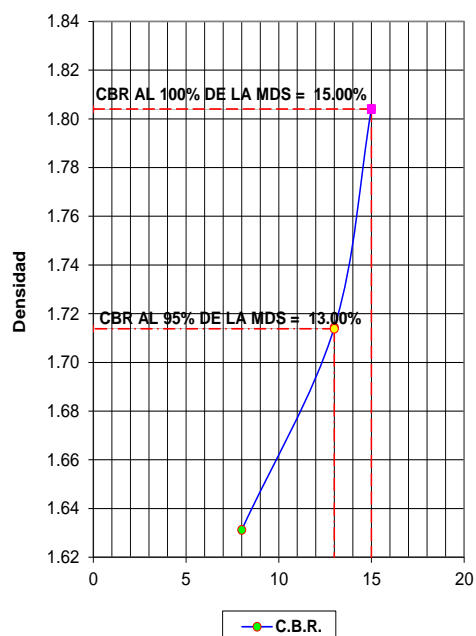
25 GOLPES



13 GOLPES



Título del gráfico



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Nº GOLPES	W%	grs/cm3	EXPANC.	COMP %	CBR 0.1"	CBR 95%	CBR 100%
56	16.41	1.80	4.27	100	15.00	13.00	15.00
25	16.41	1.71	5.04	95	13.00		
13	16.40	1.63	5.98	90	8.00		



B-2. CBR CON 0.70 g



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesis: PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín Ubicación: Prol. Recreo

Descripción del Suelo: Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad Profundidad de la Muestra: 0.30-1.80 m Calicata: C-03 con 0.7 gr

Hecho Por : TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN Fecha: 28/06/2019

Nº Golpes / capa: 56 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.

Dimensiones del Molde: Diametro: 15.2 Altura: 11.7 Vol. 2123.07

Sobrecarga: 10 Lbs.

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

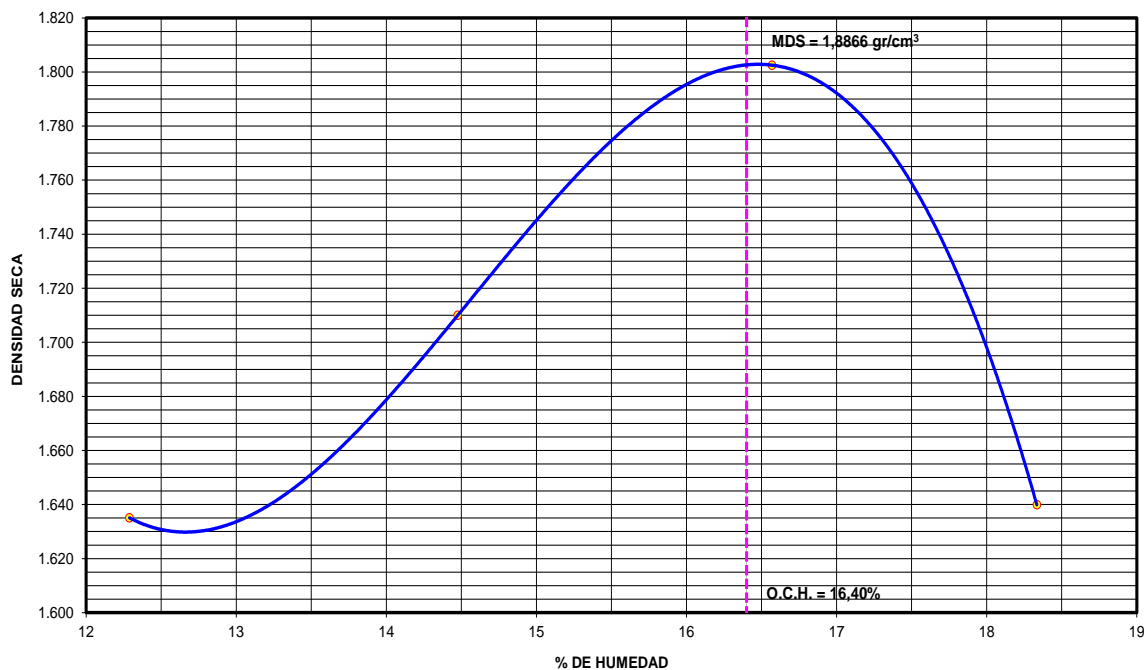
Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA Nº	33.00	34.00	35.00	36.00	37.00	38.00	39.00	40.00
PESO DEL TARRO (grs)	55.57	55.51	55.59	55.66	55.61	55.58	55.60	55.67
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	156.28	156.29	156.55	156.51	156.58	156.59	156.62	156.67
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	145.40	145.12	143.85	143.69	142.30	142.16	140.99	141.00
PESO DEL AGUA (grs)	10.88	11.17	12.70	12.82	14.28	14.43	15.63	15.67
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	89.8	89.6	88.3	88.0	86.7	86.6	85.4	85.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	12.11	12.47	14.39	14.56	16.47	16.67	18.30	18.36
% PROMEDIO	12.29		14.48		16.57		18.33	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	12.29	14.48	16.57	18.33
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	10345.00	10603.00	10908.00	10567.00
PESO DEL MOLDE (grs)	6447.00	6447.00	6447.00	6447.00
PESO DEL SUELO (grs)	3898	4156	4461	4120
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm ³)	1.84	1.96	2.10	1.94
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	1.635	1.710	1.803	1.64
Densidad Máxima (grs/cm ³)				1.866
Humedad Optima%				16.40

COMPACTACION





UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesis: PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín Ubicación: Prof. Recreo

Descripción del Suelo: Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad Profundidad de la Muestra: 0.30-1.80 Calicata: C-03 con 0.7 gr

Hecho Por : TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN Fecha: 28/06/2019

Nº Golpes / capa: 56 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.
Dimensiones del Molde Diametro: 15.2 Altura: 11.7 Vol. 2123.07
Sobrecarga 10 Lbs.

Calib: 9.965576 43.83333

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

Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA Nº / Nº GOLPES	2.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00
PESO DEL TARRO (grs)	55.62	55.85	55.61	55.82	55.70	55.77
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs)	156.50	156.55	156.28	156.27	156.22	156.29
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	144.12	144.02	143.90	143.79	143.90	143.77
PESO DEL AGUA (grs)	12.38	12.53	12.38	12.48	12.32	12.52
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	88.50	88.17	88.29	87.97	88.20	88.00
CONTENIDO DE HUMEDAD %	13.99	14.21	14.02	14.19	13.97	14.23
% PROMEDIO	14.10		14.10		14.10	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	14.10	14.10	14.10
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	8795.00	8580.00	8370.00
PESO DEL MOLDE (grs)	4275.00	4275.00	4275.00
PESO DEL SUELO (grs)	4520.00	4305.00	4095.00
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	2.13	2.03	1.93
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.866	1.777	1.690

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	Nº GOLPES 56			Nº GOLPES 25			Nº GOLPES 13			
			Lec Dial	EXPANSIÓN		Lec Dial	EXPANSIÓN		Lec Dial	EXPANSIÓN		
				m.m	%		m.m	%		m.m	%	m.m.M
17/06/2019	08:20:00	0	75.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	80.00	0.00	0.00	117
18/06/2019	08:20:00	24	78.00	3.00	2.56	102.50	2.50	2.14	82.50	2.50	2.14	117
19/06/2019	08:20:00	48	79.00	4.00	3.42	103.80	3.80	3.25	84.50	4.50	3.85	117
20/06/2019	08:20:00	72	79.50	4.50	3.85	105.50	5.50	4.70	85.60	5.60	4.79	117
21/06/2019	08:20:00	96	79.70	4.70	4.02	105.80	5.80	4.96	85.90	5.90	5.04	117

PENETRACIÓN

Penetración en pulgadas	Molde Nº 56				Molde Nº 25				Molde Nº 13			
	Lec Dial	CORRECCIÓN			Lec Dial	CORRECCIÓN			Lec Dial	CORRECCIÓN		
		Nº de golpes	Lbs	Lbs/Pulg2		Nº de golpes	Lbs	Lbs/Pulg2		Nº de golpes	Lbs	Lbs/Pulg2
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.025	20.00	243.14	81.05	16.00	203.28	67.76		8.00	123.56	41.19		
0.050	40.00	442.46	147.49	32.00	362.73	120.91		20.00	243.14	81.05		
0.075	55.00	591.94	197.31	48.00	522.18	174.06		30.00	342.80	114.27		
0.100	74.00	781.29	260.43	26.04	65.00	691.60	230.53	23.05	41.00	452.42	150.81	15.08
0.150	107.00	1110.15	370.05		88.00	920.80	306.93		60.00	641.77	213.92	
0.200	131.00	1349.32	449.77	29.98	115.00	1189.87	396.62	26.44	77.00	811.18	270.39	18.03
0.250	155.00	1588.50	529.50		130.00	1339.36	446.45		90.00	940.74	313.58	
0.300	172.00	1757.91	585.97		144.00	1478.88	492.96		98.00	1020.46	340.15	
0.400	185.00	1887.46	629.15		158.00	1618.39	539.46		110.00	1140.05	380.02	
0.500	187.00	1907.40	635.80		160.00	1638.33	546.11		112.00	1159.98	386.66	



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES



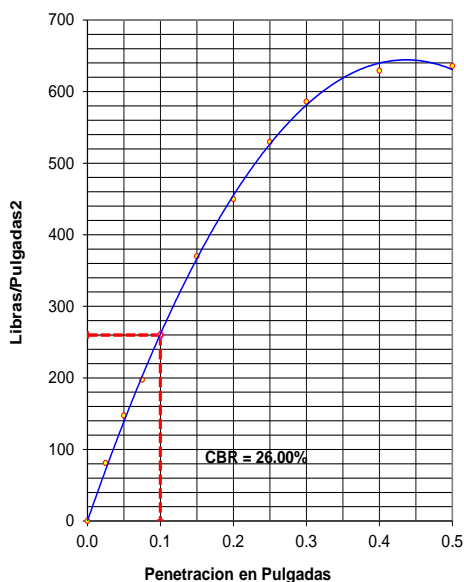
Tesis: PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín Ubicación: Prol. Recreo

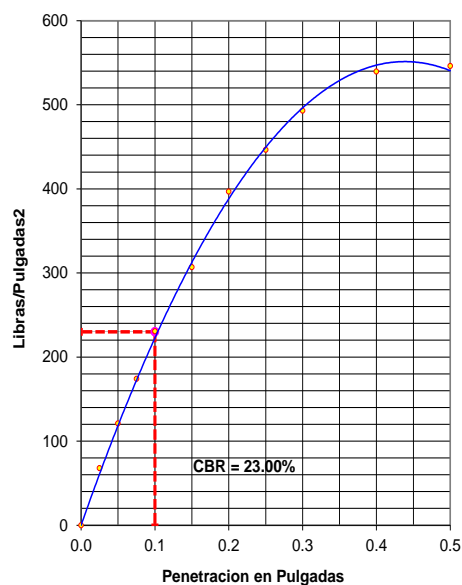
Descripción del Suelo: Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad Profundidad de la Muestra: 0.30-1.80 m Calicata: C-03 con 0.7 gr

Hecho Por TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN Fecha: 28/06/2019

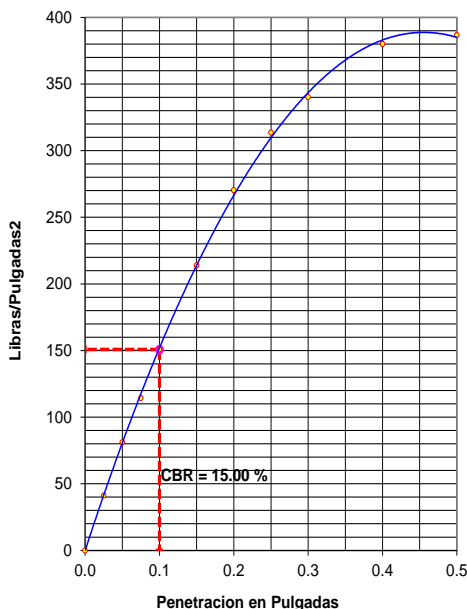
56 GOLPES



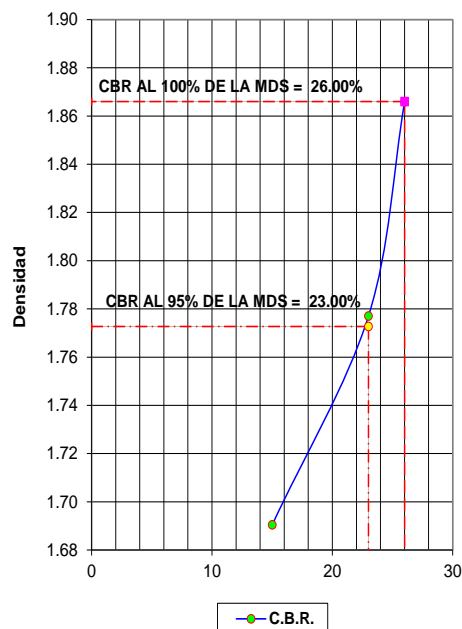
25 GOLPES



13 GOLPES



Título del gráfico



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Nº GOLPES	W%	grs/cm3	EXPANC.	COMP %	CBR 0.1"	CBR 95%	CBR 100%
56	14.10	1.87	4.02	100	26.00	23.00	26.00
25	14.10	1.78	4.96	95	23.00		
13	14.10	1.69	5.04	91	15.00		



B-3. CBR CON 0.90 g



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesis: PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín Ubicación: Prol. Recreo

Descripción del Suelo: Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad Profundidad de la Muestra: 0.30-1.80 m Calicata: C-03 con 0.9 gr

Hecho Por : TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN Fecha: 28/06/2019

Nº Golpes / capa: 56 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.

Dimensiones del Molde: Diametro: 15.2 Altura: 11.7 Vol. 2123.07
Sobrecarga: 10 Lbs.

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

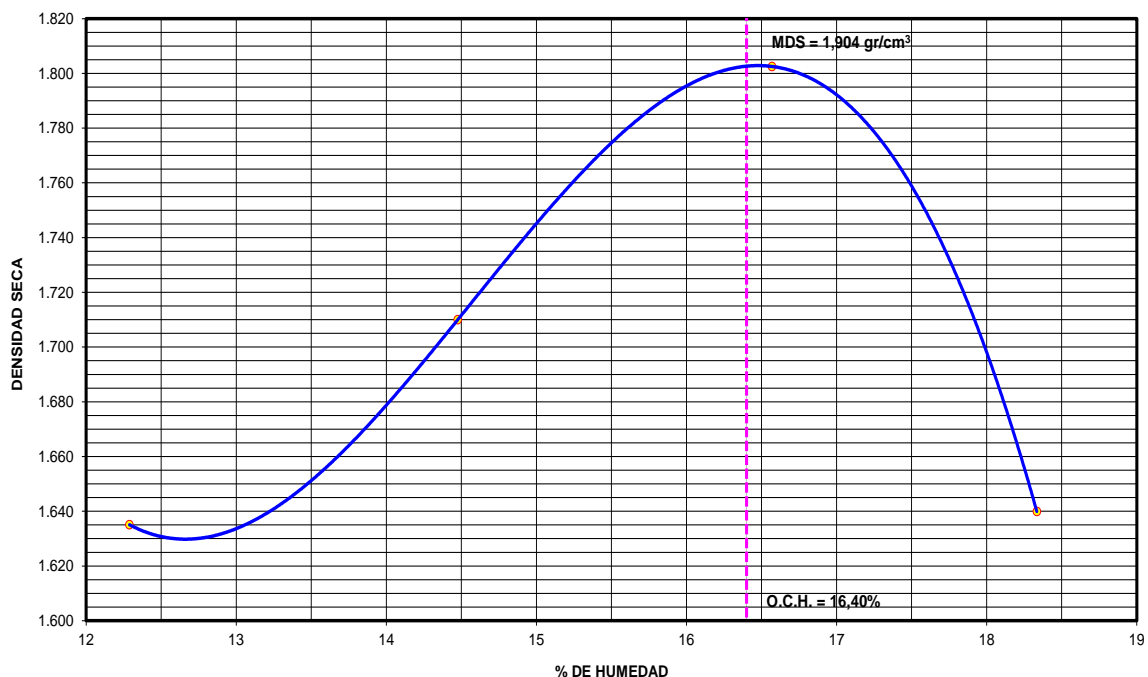
Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA Nº	33.00	34.00	35.00	36.00	37.00	38.00	39.00	40.00
PESO DEL TARRO (grs)	55.57	55.51	55.59	55.66	55.61	55.58	55.60	55.67
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	156.28	156.29	156.55	156.51	156.58	156.59	156.62	156.67
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	145.40	145.12	143.85	143.69	142.30	142.16	140.99	141.00
PESO DEL AGUA (grs)	10.88	11.17	12.70	12.82	14.28	14.43	15.63	15.67
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	89.8	89.6	88.3	88.0	86.7	86.6	85.4	85.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	12.11	12.47	14.39	14.56	16.47	16.67	18.30	18.36
% PROMEDIO	12.29		14.48		16.57		18.33	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	12.29	14.48	16.57	18.33
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	10345.00	10603.00	10908.00	10567.00
PESO DEL MOLDE (grs)	6447.00	6447.00	6447.00	6447.00
PESO DEL SUELO (grs)	3898	4156	4461	4120
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm ³)	1.84	1.96	2.10	1.94
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	1.635	1.710	1.803	1.64
Densidad Máxima (grs/cm ³)				1.904
Humedad Optima%				16.40

COMPACTACION





UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesis: PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín Ubicación: Prol. Recreo
Descripción del Suelo: Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad Profundidad de la Muestra: 0.30-1.80 Calicata: C-03 con 0.9 gr
Hecho Por : TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN Fecha: 28/06/2019

Nº Golpes / capa: 56 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.
Dimensiones del Molde Diametro: 15.2 Altura: 11.7 Vol. 2123.07
Sobrecarga 10 Lbs.

Calib: 9.9655758 43.83333
VALOR RELATIVO SOPORTE (C.B.R.) ASTM D - 1883

Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA Nº / Nº GOLPES	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00
PESO DEL TARRO (grs)	55.70	55.62	55.66	55.71	55.70	55.88
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs)	156.20	156.28	156.25	156.21	156.27	156.29
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	145.50	145.28	145.52	145.25	145.55	145.33
PESO DEL AGUA (grs)	10.70	11.00	10.73	10.96	10.72	10.96
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	89.80	89.66	89.86	89.54	89.85	89.45
CONTENIDO DE HUMEDAD %	11.92	12.27	11.94	12.24	11.93	12.25
% PROMEDIO	12.09		12.09		12.09	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	12.09	12.09	12.09
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	8805.00	8625.00	8410.00
PESO DEL MOLDE (grs)	4275.00	4275.00	4275.00
PESO DEL SUELO (grs)	4530.00	4350.00	4135.00
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	2.13	2.05	1.95
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.904	1.828	1.738

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	Nº GOLPES 56						Nº GOLPES 25						Nº GOLPES 13					
			Lec Dial	EXPANSION		Lec Dial	EXPANSION		Lec Dial	EXPANSION		Lec Dial	EXPANSION		m.m.M					
				m.m	%		m.m	%		m.m	%									
17/06/2019	10:15:00	0	65.00	0.00	0.00	55.00	0.00	0.00	28.00	0.00	0.00	117								
18/06/2019	10:15:00	24	66.80	1.80	1.54	58.00	3.00	2.56	30.80	2.80	2.39	117								
19/06/2019	10:15:00	48	67.50	2.50	2.14	59.20	4.20	3.59	32.50	4.50	3.85	117								
20/06/2019	10:15:00	72	68.80	3.80	3.25	59.50	4.50	3.85	33.50	5.50	4.70	117								
21/06/2019	10:15:00	96	69.50	4.50	3.85	60.00	5.00	4.27	33.70	5.70	4.87	117								

PENETRACIÓN

Penetración en pulgadas	Molde Nº 56				Molde Nº 25				Molde Nº 13			
	Lec Dial	CORRECCIÓN			Lec Dial	CORRECCIÓN			Lec Dial	CORRECCIÓN		
		Lbs	Lbs/Pulg2			Lbs	Lbs/Pulg2			Lbs	Lbs/Pulg2	
0.000	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	
0.025	28.00	322.87	107.62		25.00	292.97	97.66		18.00	223.21	74.40	
0.050	55.00	591.94	197.31		50.00	542.11	180.70		38.00	422.53	140.84	
0.075	78.00	821.15	273.72		72.00	761.35	253.78		55.00	591.94	197.31	
0.100	107.00	1110.15	370.05	37.00	98.00	1020.46	340.15	34.02	77.00	811.18	270.39	27.04
0.150	137.00	1409.12	469.71		135.00	1389.19	463.06		105.00	1090.22	363.41	
0.200	175.00	1787.81	595.94	39.73	168.00	1718.05	572.68	38.18	135.00	1389.19	463.06	30.87
0.250	200.00	2036.95	678.98		190.00	1937.29	645.76		158.00	1618.39	539.46	
0.300	228.00	2315.98	771.99		212.00	2156.54	718.85		170.00	1737.98	579.33	
0.400	250.00	2535.23	845.08		238.00	2415.64	805.21		193.00	1967.19	655.73	
0.500	255.00	2585.06	861.69		240.00	2435.57	811.86		195.00	1987.12	662.37	



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES



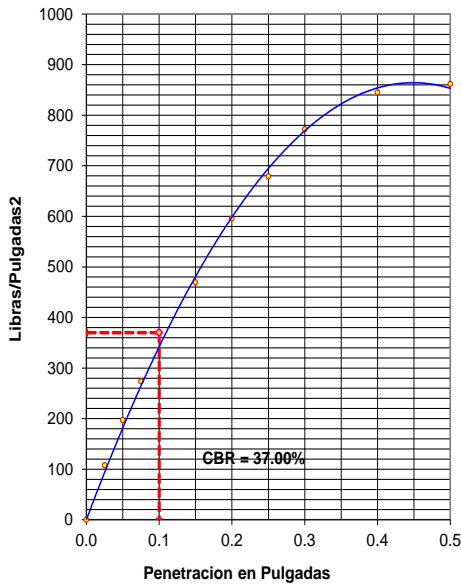
Tesis: PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín Ubicación: Prol. Recreo

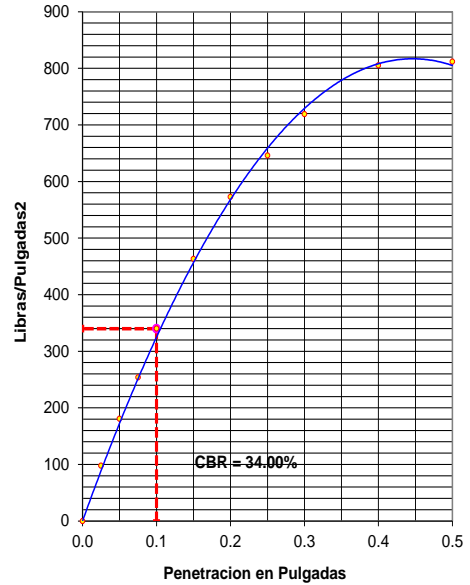
Descripción del Suelo: Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad Profundidad de la Muestra: 0.30-1.80 m Calicata: C-03 con 0.9 gr

Hecho Por TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN Fecha: 28/06/2019

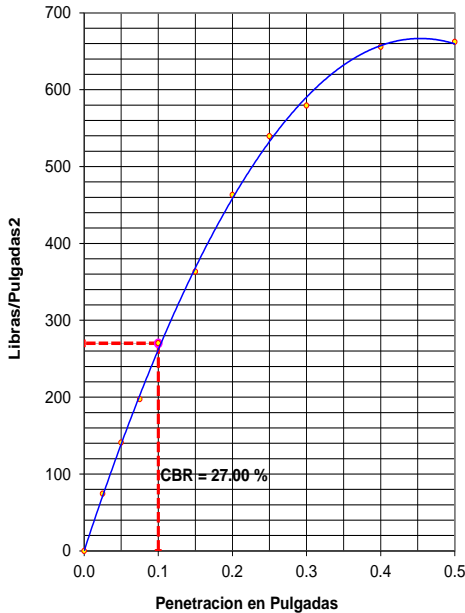
56 GOLPES



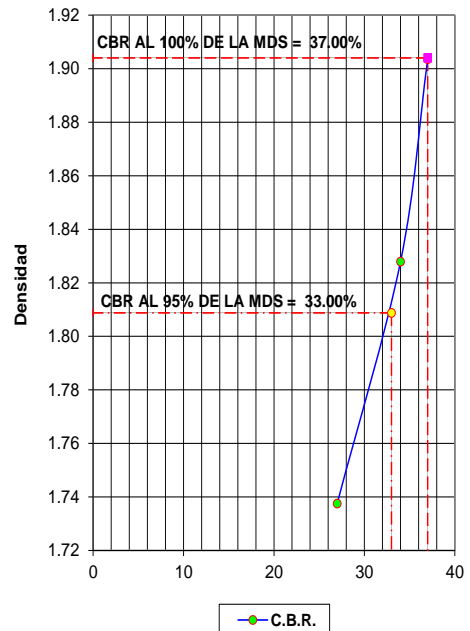
25 GOLPES



13 GOLPES



Título del gráfico



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Nº GOLPES	W%	grs/cm3	EXPANC.	COMP %	CBR 0.1"	CBR 95%	CBR 100%
56	12.09	1.90	3.85	100	37.00	33.00	37.00
25	12.09	1.83	4.27	96	34.00		
13	12.09	1.74	4.87	91	27.00		



B-4. CBR CON 1.10 g



Tesis: PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín Ubicación: Prol. Recreo

Descripción del Suelo: Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad Profundidad de la Muestra: 0.30-1.80 m Calicata: C-03 con 1.1 gr

Hecho Por : TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN Fecha: 28/06/2019

Nº Golpes / capa: 56 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.

Dimensiones del Molde Diametro: 15.2 Altura: 11.7 Vol. 2123.07

Sobrecarga: 10 Lbs.

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

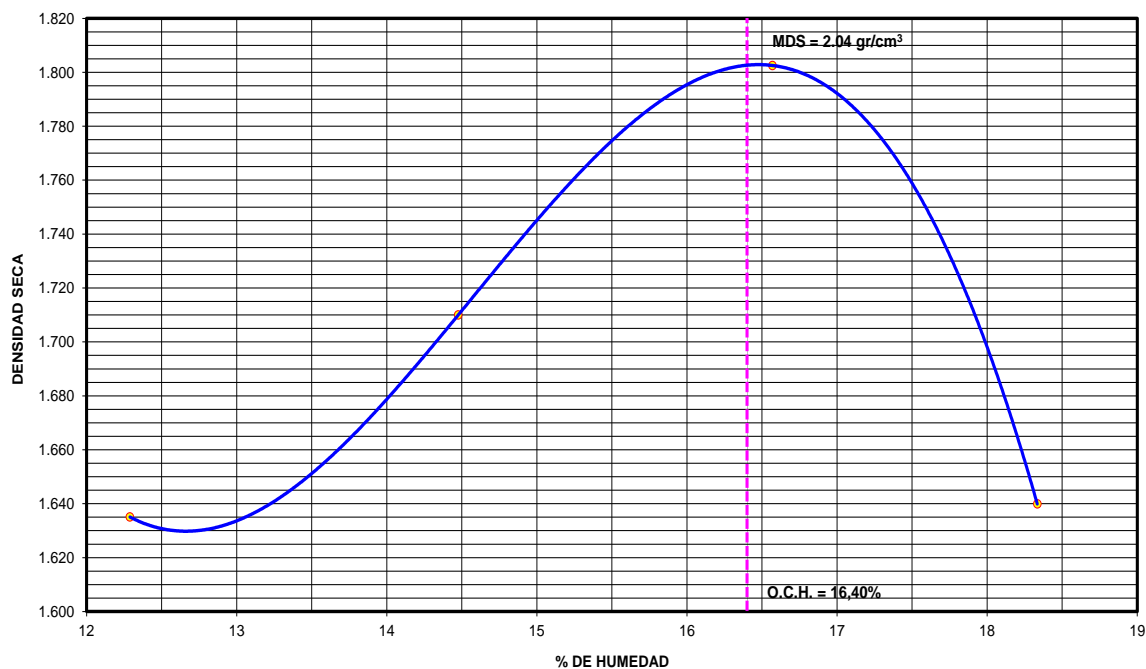
Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA Nº	33.00	34.00	35.00	36.00	37.00	38.00	39.00	40.00
PESO DEL TARRO (grs)	55.57	55.51	55.59	55.66	55.61	55.58	55.60	55.67
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	156.28	156.29	156.55	156.51	156.58	156.59	156.62	156.67
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	145.40	145.12	143.85	143.69	142.30	142.16	140.99	141.00
PESO DEL AGUA (grs)	10.88	11.17	12.70	12.82	14.28	14.43	15.63	15.67
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	89.8	89.6	88.3	88.0	86.7	86.6	85.4	85.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	12.11	12.47	14.39	14.56	16.47	16.67	18.30	18.36
% PROMEDIO	12.29		14.48		16.57		18.33	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	12.29	14.48	16.57	18.33
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	10345.00	10603.00	10908.00	10567.00
PESO DEL MOLDE (grs)	6447.00	6447.00	6447.00	6447.00
PESO DEL SUELO (grs)	3898	4156	4461	4120
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm ³)	1.84	1.96	2.10	1.94
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	1.635	1.710	1.803	1.64
Densidad Máxima (grs/cm ³)				2.040
Humedad Optima%				16.40

COMPACTACION





UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesis: PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín Ubicación: Prol. Recreo
Descripción del Suelo: Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad Profundidad de la Muestra: 0.30-1.80 Calicata: C-03 con 1.1 gr
Hecho Por : TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN Fecha: 28/06/2019

Nº Golpes / capa: 56 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.
Dimensiones del Molde Diámetro: 15.2 Altura: 11.7 Vol. 2123.07
Sobrecarga 10 Lbs.

Calib: 9.96558 43.8333
VALOR RELATIVO SOPORTE (C.B.R.) ASTM D - 1883

Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA Nº / Nº GOLPES	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00
PESO DEL TARRO (grs)	55.28	55.61	55.50	55.52	55.61	55.70
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs)	156.18	156.12	156.20	156.17	156.28	156.27
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	146.99	146.86	147.00	146.94	147.10	147.02
PESO DEL AGUA (grs)	9.19	9.26	9.20	9.23	9.18	9.25
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	91.71	91.25	91.50	91.42	91.49	91.32
CONTENIDO DE HUMEDAD %	10.02	10.15	10.05	10.10	10.03	10.13
% PROMEDIO	10.08		10.08		10.08	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	10.08	10.08	10.08
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	9042.00	8765.00	8510.00
PESO DEL MOLDE (grs)	4275.00	4275.00	4275.00
PESO DEL SUELO (grs)	4767.00	4490.00	4235.00
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	2.25	2.11	1.99
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	2.040	1.921	1.812

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	Nº GOLPES 56		Nº GOLPES 25		Nº GOLPES 13		Lec Dial	EXPANSIÓN		m.m.M	
			Lec Dial	EXPANSIÓN		Lec Dial	EXPANSIÓN			Lec Dial	EXPANSIÓN		
				m.m	%		m.m	%			m.m		%
17/06/2019	12:55:00	0	88.00	0.00	0.00	99.00	0.00	0.00	60.00	0.00	0.00	117	
18/06/2019	12:55:00	24	90.00	2.00	1.71	101.80	2.80	2.39	61.80	1.80	1.54	117	
19/06/2019	12:55:00	48	91.30	3.30	2.82	102.50	3.50	2.99	63.50	3.50	2.99	117	
20/06/2019	12:55:00	72	91.40	3.40	2.91	103.40	4.40	3.76	64.80	4.80	4.10	117	
21/06/2019	12:55:00	96	91.50	3.50	2.99	103.50	4.50	3.85	65.00	5.00	4.27	117	

PENETRACIÓN

Penetración en pulgadas	Molde Nº 56				Molde Nº 25				Molde Nº 13			
	Lec Dial	CORRECCIÓN			Lec Dial	CORRECCIÓN			Lec Dial	CORRECCIÓN		
		Nº de golpes	Lbs	Lbs/Pulg2		Nº de golpes	Lbs	Lbs/Pulg2		Nº de golpes	Lbs	Lbs/Pulg2
0.000	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00		
0.025	38.00	422.53	140.84		33.00	372.70	124.23		25.00	292.97	97.66	
0.050	65.00	691.60	230.53		58.00	621.84	207.28		45.00	492.28	164.09	
0.075	98.00	1020.46	340.15		85.00	890.91	296.97		70.00	741.42	247.14	
0.100	140.00	1439.01	479.67	47.97	128.00	1319.43	439.81	43.98	101.00	1050.36	350.12	35.01
0.150	195.00	1987.12	662.37		168.00	1718.05	572.68		150.00	1538.67	512.89	
0.200	240.00	2435.57	811.86	54.12	225.00	2286.09	762.03	50.80	180.00	1837.64	612.55	40.84
0.250	275.00	2784.37	928.12		255.00	2585.06	861.69		217.00	2206.36	735.45	
0.300	298.00	3013.57	1004.52		280.00	2834.19	944.73		236.00	2395.71	798.57	
0.400	326.00	3292.61	1097.54		315.00	3182.99	1061.00		265.00	2684.71	894.90	
0.500	327.00	3302.58	1100.86		318.00	3212.89	1070.96		267.00	2704.64	901.55	



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES



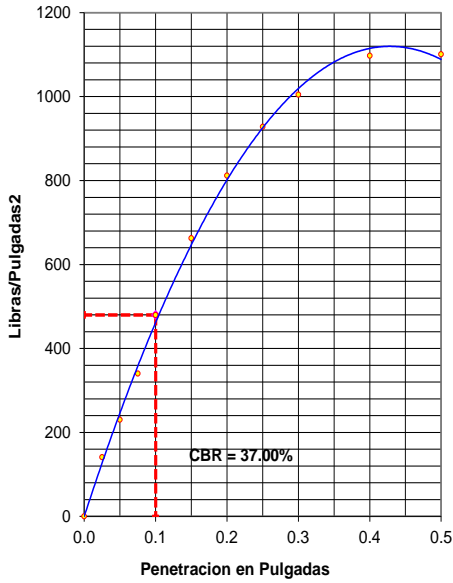
Tesis: PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín Ubicación: Prol. Recreo

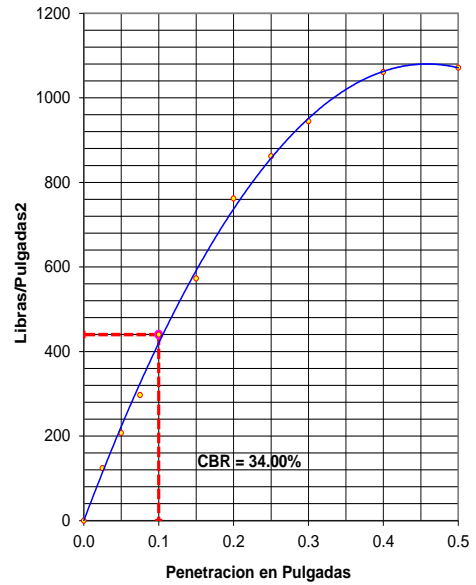
Descripción del Suelo: Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad Profundidad de la Muestra: 0.30-1.80 m Calicata: C-03 con 1.1 gr

Hecho Por: TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN Fecha: 28/06/2019

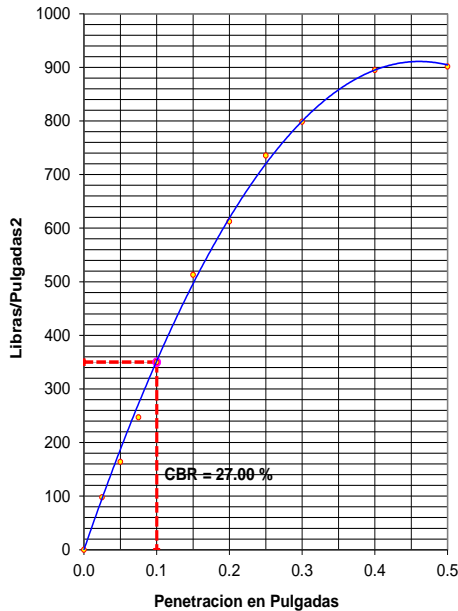
56 GOLPES



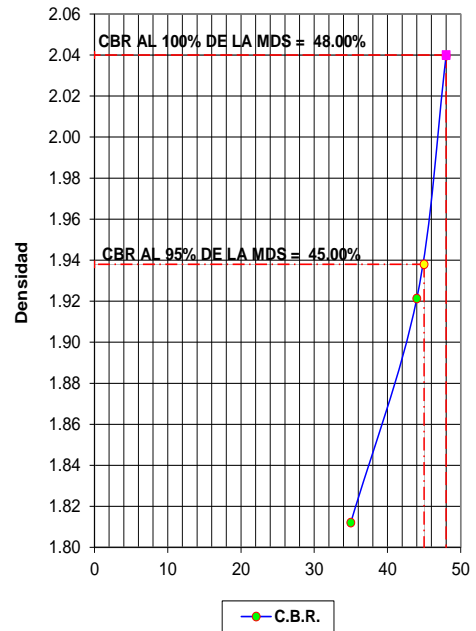
25 GOLPES



13 GOLPES



Título del gráfico



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Nº GOLPES	W%	grs/cm ³	EXPANC.	COMP %	CBR 0.1"	CBR 95%	CBR 100%
56	10.08	2.04	2.99	100	48.00	45.00	48.00
25	10.08	1.92	3.85	94	44.00		
13	10.08	1.81	4.27	89	35.00		



B-5. CBR CON 1.13 g



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesis: PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín Ubicación: Prol. Recreo
Descripción del Suelo: Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad Profundidad de la Muestra: 0.30-1.80 m Calicata: C-03 con 1.13 gr
Hecho Por : TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN Fecha: 28/06/2019

Nº Golpes / capa: 56 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.
Dimensiones del Molde: Diametro: 15.2 Altura: 11.7 Vol. 2123.07
Sobrecarga: 10 Lbs.

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

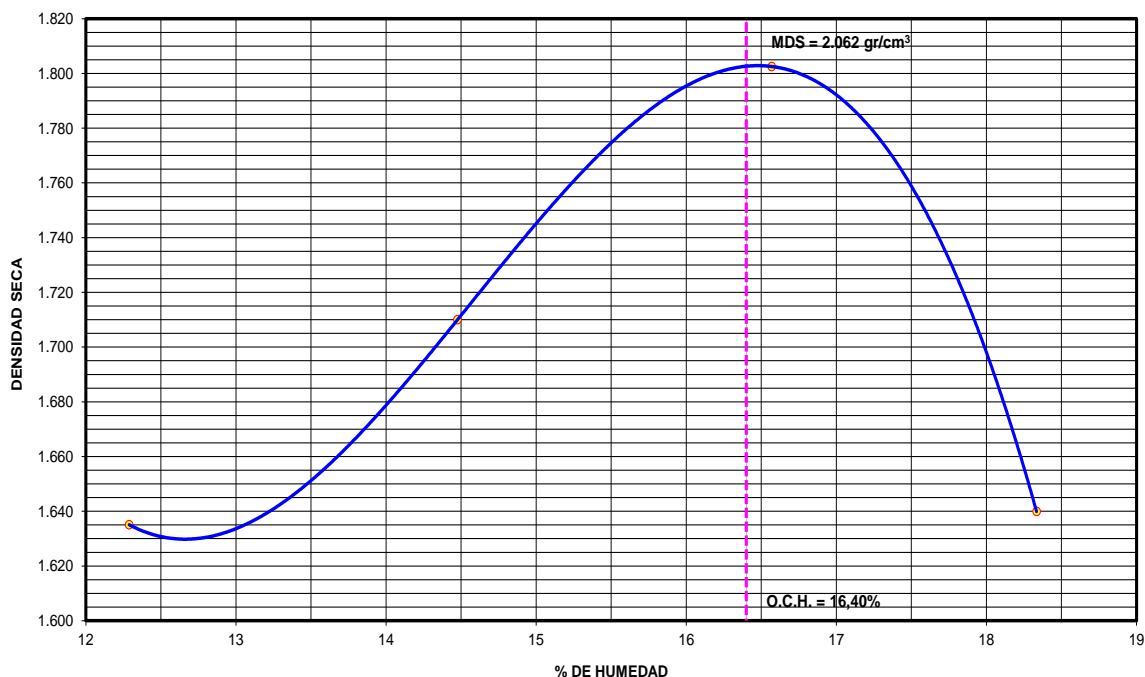
Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA Nº	33.00	34.00	35.00	36.00	37.00	38.00	39.00	40.00
PESO DEL TARRO (grs)	55.57	55.51	55.59	55.66	55.61	55.58	55.60	55.67
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	156.28	156.29	156.55	156.51	156.58	156.59	156.62	156.67
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	145.40	145.12	143.85	143.69	142.30	142.16	140.99	141.00
PESO DEL AGUA (grs)	10.88	11.17	12.70	12.82	14.28	14.43	15.63	15.67
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	89.8	89.6	88.3	88.0	86.7	86.6	85.4	85.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	12.11	12.47	14.39	14.56	16.47	16.67	18.30	18.36
% PROMEDIO	12.29		14.48		16.57		18.33	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	12.29	14.48	16.57	18.33
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	10345.00	10603.00	10908.00	10567.00
PESO DEL MOLDE (grs)	6447.00	6447.00	6447.00	6447.00
PESO DEL SUELO (grs)	3898	4156	4461	4120
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm ³)	1.84	1.96	2.10	1.94
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	1.635	1.710	1.803	1.64
			Densidad Máxima (grs/cm ³)	2.062
			Humedad Optima%	16.40

COMPACTACION





UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesis: PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín Ubicación: Prol. Recreo

Descripción del Suelo: Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad Profundidad de la Muestra: 0.30-1.80 Calicata: C-03 con 1.13 gr

Hecho Por : TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN Fecha: 28/06/2019

Nº Golpes / capa: 56 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.
Dimensiones del Molde Diámetro: 15.2 Altura: 11.7 Vol. 2123.07
Sobrecarga 10 Lbs.

Calib: 9.96558 43.8333
VALOR RELATIVO SOPORTE (C.B.R.) ASTM D - 1883

Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA Nº / Nº GOLPES	22.00	23.00	24.00	25.00	26.00	27.00
PESO DEL TARRO (grs)	56.85	55.85	55.61	55.72	55.67	55.55
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs)	156.80	156.72	156.76	156.88	156.82	156.90
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	149.30	149.00	149.25	149.08	149.25	149.12
PESO DEL AGUA (grs)	7.50	7.72	7.51	7.80	7.57	7.78
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	92.45	93.15	93.64	93.36	93.58	93.57
CONTENIDO DE HUMEDAD %	8.11	8.29	8.02	8.35	8.09	8.31
% PROMEDIO	8.20		8.19		8.20	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	8.20	8.19	8.20
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	9012.00	8810.00	8600.00
PESO DEL MOLDE (grs)	4275.00	4275.00	4275.00
PESO DEL SUELO (grs)	4737.00	4535.00	4325.00
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	2.23	2.14	2.04
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	2.062	1.974	1.883

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	Nº GOLPES 56			Nº GOLPES 25			Nº GOLPES 13			m.m.M
			Lec Dial	EXPANSIÓN		Lec Dial	EXPANSIÓN		Lec Dial	EXPANSIÓN		
				m.m	%		m.m	%		m.m	%	
17/06/2019	15:20:00	0	55.00	0.00	0.00	22.00	0.00	0.00	75.00	0.00	0.00	117
18/06/2019	15:20:00	24	56.80	1.80	1.54	23.80	1.80	1.54	77.80	2.80	2.39	117
19/06/2019	15:20:00	48	58.00	3.00	2.56	24.80	2.80	2.39	78.20	3.20	2.74	117
20/06/2019	15:20:00	72	58.10	3.10	2.65	25.10	3.10	2.65	78.80	3.80	3.25	117
21/06/2019	15:20:00	96	58.30	3.30	2.82	25.20	3.20	2.74	78.90	3.90	3.33	117

PENETRACIÓN

Penetración en pulgadas	Molde Nº 56 Nº de golpes				Molde Nº 25 Nº de golpes				Molde Nº 13 Nº de golpes			
	Lec Dial	CORRECCIÓN			Lec Dial	CORRECCIÓN			Lec Dial	CORRECCIÓN		
		Lbs	Lbs/Pulg2			Lbs	Lbs/Pulg2			Lbs	Lbs/Pulg2	
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
0.025	62.00	661.70	220.57	62.00	661.70	220.57		41.00	452.42	150.81		
0.050	102.00	1060.32	353.44	90.00	940.74	313.58		70.00	741.42	247.14		
0.075	138.00	1419.08	473.03	130.00	1339.36	446.45		100.00	1040.39	346.80		
0.100	182.50	1862.55	620.85	62.09	176.00	1797.77	599.26	59.93	146.00	1498.81	499.60	49.96
0.150	260.00	2634.88	878.29		245.00	2485.40	828.47		200.00	2036.95	678.98	
0.200	320.00	3232.82	1077.61	71.84	300.00	3033.51	1011.17	67.41	250.00	2535.23	845.08	56.34
0.250	370.00	3731.10	1243.70		350.00	3531.78	1177.26		290.00	2933.85	977.95	
0.300	418.00	4209.44	1403.15		380.00	3830.75	1276.92		320.00	3232.82	1077.61	
0.400	460.00	4628.00	1542.67		422.00	4249.31	1416.44		348.00	3511.85	1170.62	
0.500	465.00	4677.83	1559.28		428.00	4309.10	1436.37		354.00	3571.65	1190.55	



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES



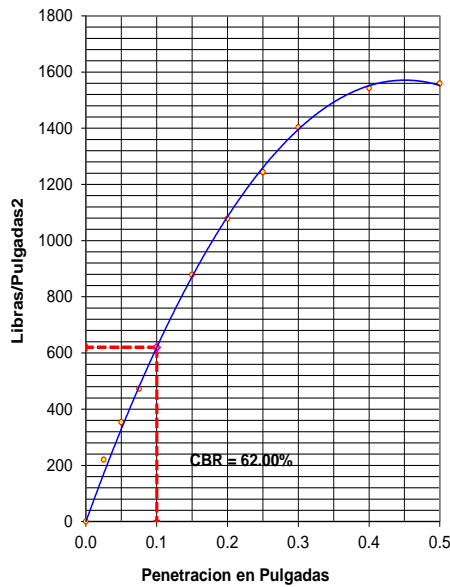
Tesis: PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín Ubicación: Prol. Recreo

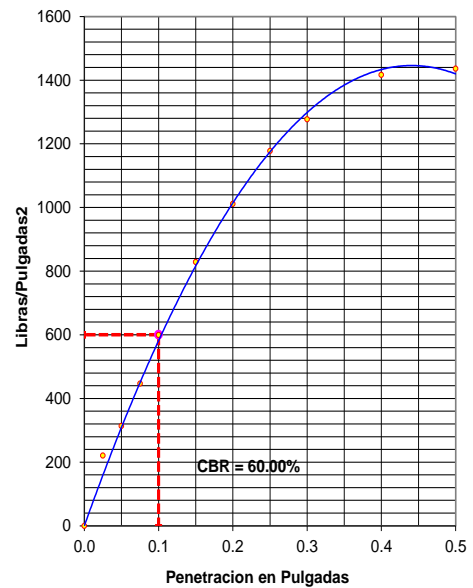
Descripción del Suelo: Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad Profundidad de la Muestra: 0.30-1.80 m Calicata: C-03 con 1.13 gr

Hecho Por TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN Fecha: 28/06/2019

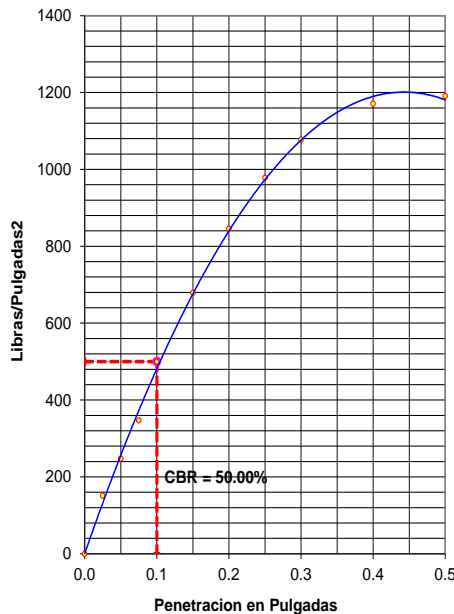
56 GOLPES



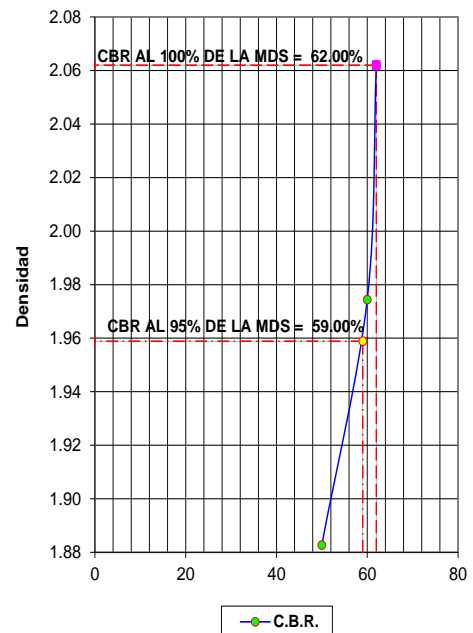
25 GOLPES



13 GOLPES



Título del gráfico



RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Nº GOLPES	W%	grs/cm3	EXPANC.	COMP %	CBR 0.1"	CBR 95%	CBR 100%
56	8.20	2.06	2.82	100	62.00	59.00	62.00
25	8.19	1.97	2.74	96	60.00		
13	8.20	1.88	3.33	91	50.00		



C. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE ADITIVO ÓPTIMO PARA UN CBR 40%



Optimo cantidad para un CBR de 40%
1.05 gr

CUADRO RESUMEN DE ADICION Y CBR		
Ensayos	Dosificacion gr	CBR 95% 1"
Patron	0	13
Adición de 0.7 gr	0.7	23
Adición de 0.9 gr	0.9	33
Adición de 1.10 gr	1.1	45
Adición de 1.13 gr	1.13	59



6.1.1.2. SUBBASE GRANULAR



**A. ANALISIS GRANULOMETRICO
COMBINACIÓN DE AGREGADOS
(AGREGADO GRUESO RIO
HUALLAGA CHANCADO 60% +
AGREGADO INTEGRAL (HORMIGON
RIO HUALLAGA) 0% + SUELOS FINO
10% LIGANTE)**



GRANULOMETRIA DE SUB BASE

ASTM D422-MTC E107-2000

TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

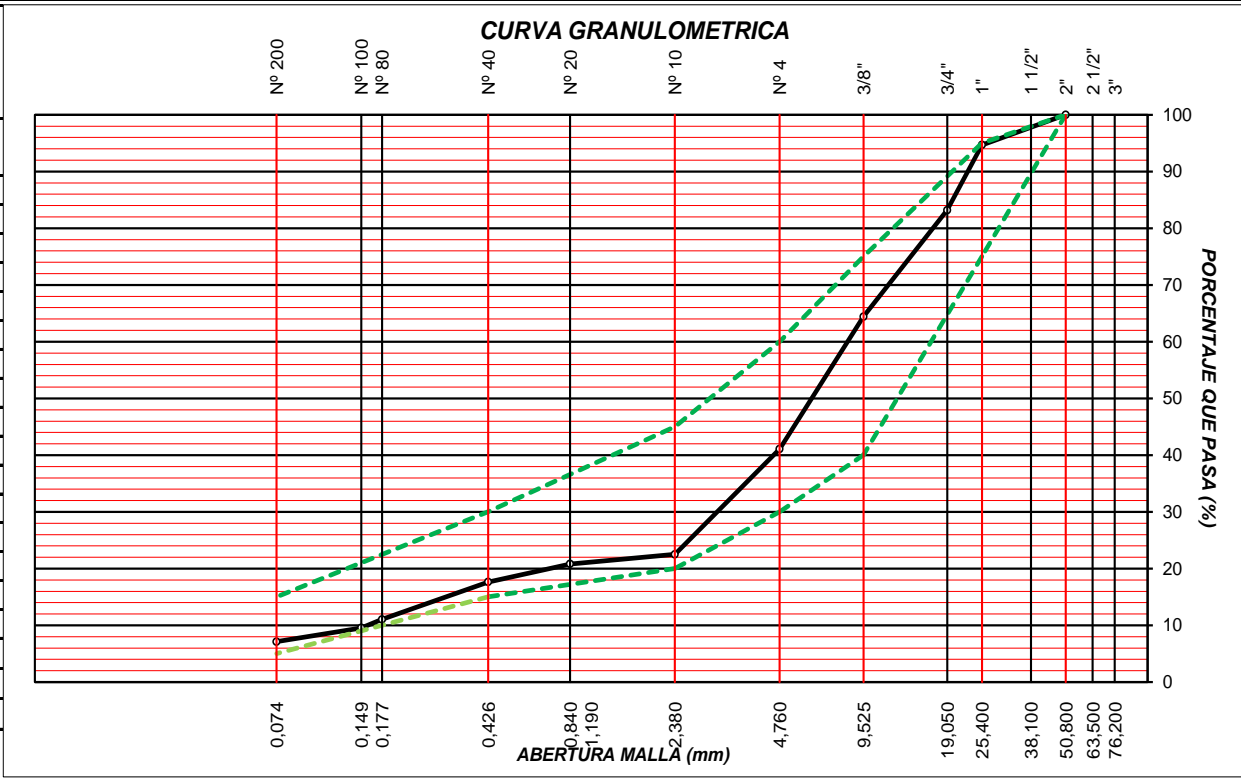
Realizado : TESISISTA WILSER TANG MONDRAGON

Ubicación : **Prov** : San Martín **Dist** : Banda de Shilcayo

Fecha : jun.-19

RESULTADOS DE ENSAYOS			
LIMITE LIQUIDO	28.95	CLASIFICACION	
LIMITE PLASTICO	24.80	SUCS	AASHTO
INDICE PLASTICIDA	4.15	GP-GM	A-1-a (0)

MALLAS SERIE AMERICANA	MEZCLA DE MATERIALES PARA SUB BASE GRANULAR			
	ABERTURA (mm)	RET (%)	PASA (%)	ESPECIFICACIONES PARA BASE GRADACION B
3"	76.200			
2 1/2"	63.500			
2"	50.800		100.00	100
1 1/2"	38.100		100.00	
1"	25.400	5.31	94.69	75 - 95
3/4"	19.050	11.50	83.19	
3/8"	9.525	18.78	64.41	40 - 75
Nº 4	4.760	23.33	41.08	30 - 60
Nº 10	2.000	18.57	22.51	20 - 45
Nº 20	0.840	1.69	20.82	
Nº 40	0.426	3.18	17.64	15 - 30
Nº 80	0.177	6.61	11.03	
Nº 100	0.149	1.48	9.55	
Nº 200	0.074	2.43	7.12	5 - 15
-200		7.12	-	



PROPORCION AL PESO	
Material de río Huallaga chancado (60%)	60%
Hormigón zarandeado de río Huallaga (30%)	30%
Material de cerro (10%)	10%



B. CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS DE LA SUB BASE



CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS

Norma EQ-516 – MTC 219-2000 NORMA LNY 8 HOM ASTM D-1988

TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN;
2019

REALIZADO : TESISISTA WILSER TANG MONDRAGÓN

UBICACION : Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín

CANTERA : MEZCLA DE AGREGADOS PARA SUB BASE GRANULAR

FECHA :
15/06/2019

AGREGADO FINO

MUESTRA	IDENTIFICACION			PROMEDIO
	1	2	3	
PESO TARRO (BIKER (100 ml))	60.00	60.00	60.00	0.217
PESO TARRO + AGUA + SAL gr	104.62	104.61	104.58	
PESO TARRO SECO + SAL gr	60.10	60.10	60.09	
PESO DE SAL gr	0.10	0.10	0.09	
PESO DE AGUA gr	44.52	44.51	44.49	
PORCENTAJE DE SAL %	0.22	0.22	0.21	

Observaciones: *Ensayo efectuado de acuerdo a las Norma MTC 219, el peso utilizado para la muestra de 870,50 gramos.*

AGREGADO GRUESO

MUESTRA	IDENTIFICACION			PROMEDIO
	1	2	3	
PESO TARRO (BIKER (100 ml))	60.00	60.00	60.00	0.115
PESO TARRO + AGUA + SAL gr	103.45	103.48	103.41	
PESO TARRO SECO + SAL gr	60.05	60.05	60.05	
PESO DE SAL gr	0.05	0.05	0.05	
PESO DE AGUA gr	43.40	43.43	43.36	
PORCENTAJE DE SAL %	0.12	0.11	0.12	

Observaciones: *Ensayo efectuado de acuerdo a las Norma MTC 219, el peso utilizado para el agregado grueso fue de 7245,60 gr.*



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES



TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019
Localización : DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA DE SAN MARTIN, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
Muestra : MEZCLA DE AGREGADOS PARA SUB BASE
Realizado : TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN **Fecha** : 15-06-19

Referencias de la muestra

Identificación Mezcla de agregados + suelo **Presentación** : Muestra Seca
Descripción MEZCLA DE AGREGADOS PARA SUB BASE **Cantidad** : 1 kg

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS NTP 339.152 BS1377

Peso de crisol	gr.	22.1164
Peso crisol + sales	gr.	22.1457
Peso sales	gr.	0.0293
Peso de muestra	gr.	50.0
Sales	%	0.0586
p.p.m.		586.000

Contenido de sales solubles : 0.06 % < 0.5 %

Observaciones
.....
.....
.....



C. ENSAYO DE ABRASIÓN



ENSAYO DE ABRASION EN AGREGADO GRUESO

NORMA ASTM C 131-00

TESIS :

PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO,
 PROLONGACIÓN

RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

REALIZADO : TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN

MUESTRA : MEZCLA DE AGREGADOS PARA SUB BASE GRANULAR

ABRASION EN TAMAÑOS MEDIANOS DE AGREGADOS GRUESOS

ASTM C 131-00

CANTERA : MEZCLA DE AGREGADOS PARA SUB BASE GRANULAR

MUESTRA : Global

TAMICES ASTM		GRADACIONES - Pesos (gr)			
Pasante	Retenido	A	B	C	D
1 1/2"	1"	1250.0			
1"	3/4"	1250.0			
3/4"	1/2"	1250.0			
1/2"	3/8"	1250.0			
3/8"	1/4"				
1/4"	N° 4				
N° 4	N° 8				
CARGA ABRASIVA		12	11	05	05

PARA 500 REVOLUCIONES

Peso total de la muestra (gr)	5000.0			
Peso retenido tamiz N° 12 .	3780.0			
Diferencia (gr)	1220.0			
Desgaste (%)	24.4			

ABRASION EN TAMAÑOS GRANDES DE AGREGADOS GRUESOS

ASTM C 535-00

CANTERA : _____

AGREGADO : _____

MUESTRA : _____

TAMICES		GRADACIONES - Pesos (gr)		
Pasante	Retenido	1	2	3
3"	2 1/2"			
2 1/2"	2"			
2"	1 1/2"			
1 1/2"	1"			
1"	3/4"			
CARGA ABRASIVA				

PARA 1000 REVOLUCIONES

Peso total de la muestra (gr)				
Peso retenido tamiz N° 12 .				
Diferencia (gr)				
Desgaste (%)				



D. ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA SUB BASE



EQUIVALENTE DE ARENA EN AGREGADOS FINOS

ASTM D 2419-91

TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN

RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

REALIZADO : TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN

CANTERA : MEZCLA DE AGREGADOS PARA SUB BASE GRANULAR

FECHA : 15/06/2019

CANTERA : MEZCLA DE AGREGADOS PARA SUB BASE GRANULAR

MUESTRA : GLOBAL

DETERMINACION N°	1	2	3
Saturación (hora inicial)	1:08´	1:12´	1:16´
Saturación (hora final)	1:18´	1:22´	1:26´
Prueba ensayo (hora inicial)	1:19´	1:23´	1:27´
Prueba ensayo (hora final)	1:39´	1:33´	1:37´
Arcilla retenida (cm)	9.8	9.9	9.8
Arena retenida (cm)	4.40	4.40	4.5
Equivalente de arena (%)	45	44	46

PROMEDIO OBTENIDO (%) =

Observaciones: Mezcla de Agregados + suelo



E. MATERIAL FINO QUE PASA LA MALLA # 200



CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ (N° 200)

ASTM C 117 - 2000

TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

REALIZADO : TESISISTA WILSER TANG MONDRAGÓN **ING. RESPONSABLE :** -

CANTERA : MEZCLA DE AGREGADOS PARA SUB BASE GRANULAR **FECHA :** 15/06/2019

CANTERA : MEZCLA DE AGREGADOS PARA SUB BASE GRANULAR

MUESTRA : GLOBAL

PORCENTAJE DEL MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ DE 75 mm (N° 200), POR LAVADO.	A = 8.60
PESO ORIGINAL DE LA MUESTRA SECA EN GRAMOS	B = 200.00
PESO DE LA MUESTRA SECA. DESPUES DE LAVADA EN GRAMOS	C = 182.80

$$A = \frac{B - C}{B} \times 100$$

VERIFICACION :

$$A = \frac{R}{B} \times 100$$

PESO DEL RESIDUO SECO EN GRAMOS

$$R = 17.2$$

$$A = 8.60$$

Observaciones:



F. PROCTOR MODIFICADO SUB BASE



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES



TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Ubicación Tesis : DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN

Cantera : Mezcla de agregados Rio Huallaga 60% + 30% Hormigón Huallaga + 10% ligante

Fecha : 15/06/2019

Nº Golpes / capa: 56 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.
 Dimensiones del Molde Diametro: 10.15 Altura: 11.60 Vol. 2068.00
 Sobrecarga: 10 Lbs.

RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557 METODO "A" MTC E-115

Determinación del contenido de Humedad

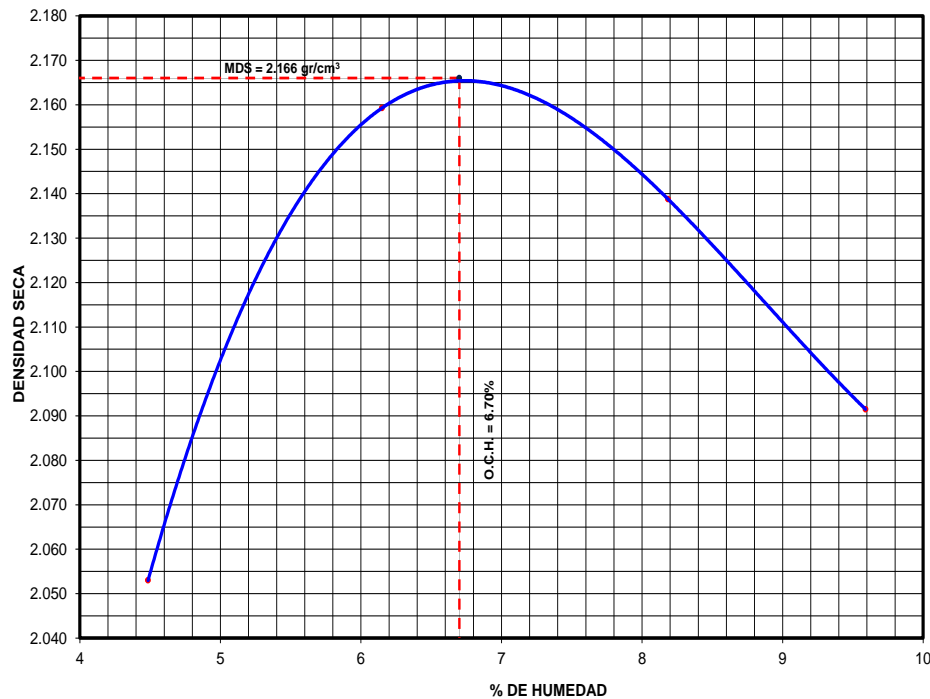
TARRO Nº	1	2	3	4	5	6	7	8
PESO DEL TARRO (grs)	20.44	20.62	20.54	20.53	20.58	20.62	20.60	20.56
PESO DEL TARRO+MUESTRA HUME	185.97	185.64	141.31	155.20	142.77	145.44	154.62	159.66
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA	178.83	178.59	134.17	147.55	133.66	135.86	142.85	147.53
PESO DEL AGUA (grs)	7.14	7.05	7.14	7.65	9.11	9.58	11.77	12.13
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	158.39	157.97	113.63	127.02	113.08	115.24	122.25	126.97
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	4.51	4.46	6.28	6.02	8.06	8.31	9.63	9.55
% PROMEDIO	4.49		6.15		8.19		9.59	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	4.49	6.15	8.19	9.59
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	10944.0	11248.0	11293.0	11248.0
PESO DEL MOLDE (grs)	6508.0	6508.0	6508.0	6508.0
PESO DEL SUELO (grs)	4436.0	4740.0	4785.0	4740.0
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm ³)	2.145	2.292	2.314	2.292
DENSIDAD SECA (grs/cm ³)	2.053	2.159	2.139	2.091

Densidad Máxima (grs/cm ³)	2.166
Humedad Optima%	6.70

COMPACTACION





G. CBR LABORATORIO SUB BASE



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES



TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Ubicación Tesis : Distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Departamento de San Martín
Cantera : Mezcla de agregados Rio Huallaga 60% + 30% Hormigón Huallaga + 10% ligante

Fecha : 15/06/2019

Nº Golpes / capa: 56 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.
Dimensiones del Mold: Diámetro: Altura: 11.6 Vol. 2068.00
 Sobrecarga: 10 Lbs.
Calib: 1.99188

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

Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA Nº / Nº GOLPES	20	15	36	18	21	58
PESO DEL TARRO (grs)	20.20	20.60	20.60	20.40	20.70	20.30
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs)	219.50	234.60	264.80	241.80	237.50	230.40
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	207.10	221.10	249.50	227.80	223.80	217.30
PESO DEL AGUA (grs)	12.40	13.50	15.30	14.00	13.70	13.10
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	186.90	200.50	228.90	207.40	203.10	197.00
CONTENIDO DE HUMEDAD %	6.63	6.73	6.68	6.75	6.75	6.65
% PROMEDIO	6.68		6.72		6.70	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	6.68	6.72	6.70
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	11471.00	11178.00	11202.00
PESO DEL MOLDE (grs)	6741.00	6735.00	6735.00
PESO DEL SUELO (grs)	4730.00	4443.00	4467.00
VOL. MOLDE (cm3)	2050.00	2072.00	2158.00
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	2.307	2.144	2.070
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	2.16	2.01	1.94

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (h)	Nº GOLPES 56				Nº GOLPES 25				Nº GOLPES 13				Molde m.m.
			Lec Dial	EXPANSIÓN		Lec Dial	EXPANSIÓN		Lec Dial	EXPANSIÓN					
				m.m	%		m.m	%		m.m	%				
10/05/2019	07:23:00	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	117		
11/05/2019	07:23:00	1	10.0	0.10	0.01	11.0	0.11	0.09	14.0	0.14	0.12	0.12	117		
12/05/2019	07:23:00	24	13.0	0.13	0.11	15.0	0.15	0.13	17.0	0.17	0.15	0.15	117		
13/05/2019	07:23:00	48	21.0	0.21	0.18	28.0	0.28	0.24	29.0	0.29	0.25	0.25	117		
14/05/2019	07:23:00	72	33.0	0.33	0.28	37.0	0.37	0.32	38.0	0.38	0.32	0.32	117		
15/05/2019	07:23:00	96	42.0	0.42	0.27	44.0	0.44	0.28	48.0	0.48	0.29	0.29	117		

PENETRACIÓN

Penetración en pulgadas	Molde Nº 56				Molde Nº 25				Molde Nº 13			
	Nº de golpes	Lec Dial	CORRECCIÓN		Nº de golpes	Lec Dial	CORRECCIÓN		Nº de golpes	Lec Dial	CORRECCIÓN	
			Lbs	Lbs/Pulg2			Lbs	Lbs/Pulg2			Lbs	Lbs/Pulg2
0.000	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
0.025	144	288	96		185	368	123		84	167	56	
0.050	485	967	322		402	800	267		305	607	202	
0.075	810	1614	538		636	1266	422		544	1083	361	
0.100	1150	2291	764	76	865	1722	574	57	736	1465	488	49
0.150	1703	3393	1131		1221	2431	810		1119	2228	743	
0.200	2125	4233	1411	94	1508	3003	1001	67	1365	2718	906	60
0.250	2416	4813	1604		1719	3423	1141		1532	3051	1017	
0.300	2613	5206	1735		1862	3708	1236		1656	3298	1099	
0.400	2886	5749	1916		2040	4063	1354		1780	3545	1182	
0.500	3006	5988	1996		2147	4276	1425		1866	3716	1239	

Observación : _____



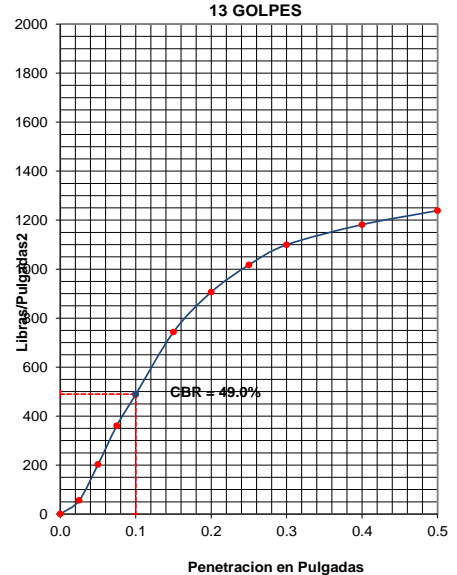
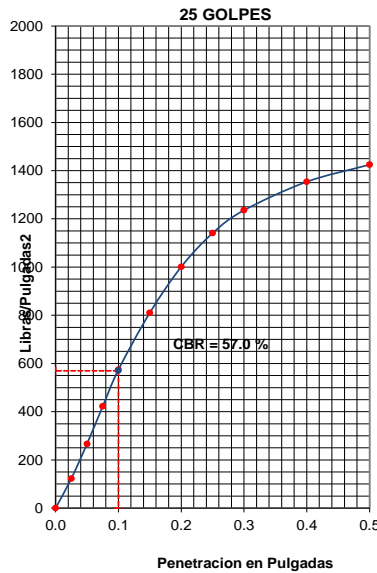
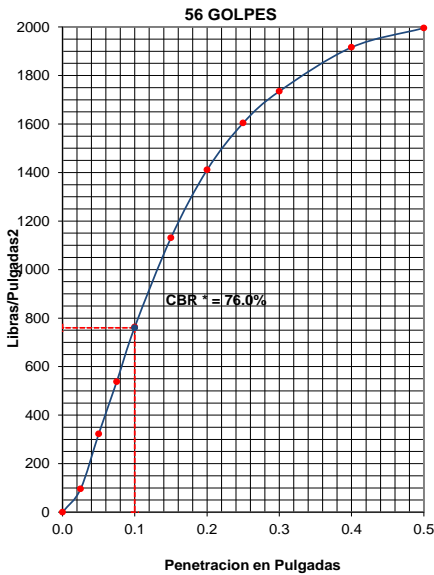
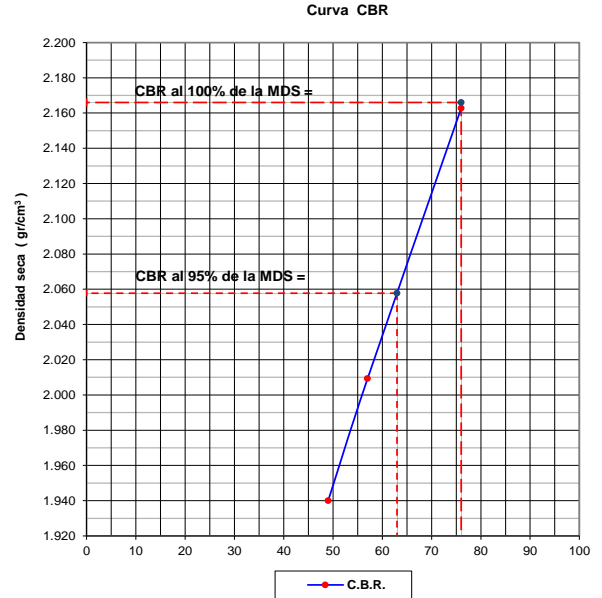
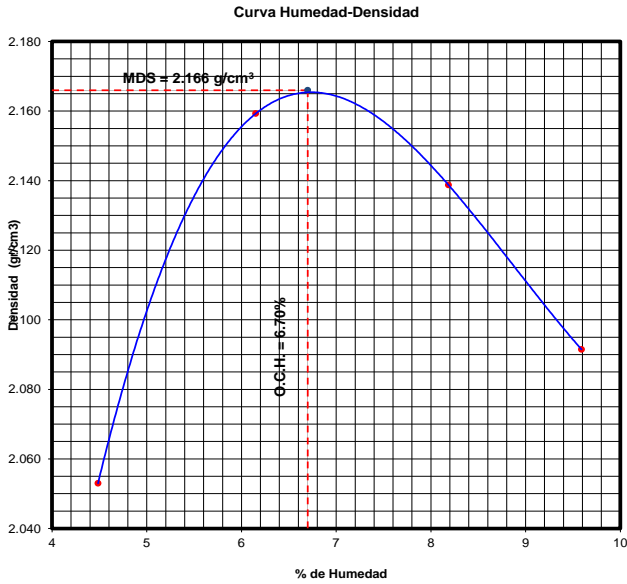
TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Ubicación Tesis : DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN

Cantera : Mezcla de agregados Rio Huallaga 60% + 30% Hormigón Huallaga + 10% ligante

Fecha : 15/06/2019

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



Nº Golpes	W%	δ. grs/cm ³	Expansión %	Comp %	CBR 0.1"	CBR 95%	CBR 100%
56	6.68	2.163	0.27	100	76.0	63.00	76.00
25	6.72	2.009	0.28	93	57.0		
13	6.70	1.940	0.29	90	49.0		



H. RESULTADOS DE:



H-1. HUMEDAD NATURAL



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesis : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín Material: Mezcla de Sub Base

Descripción del Suelo: Suelo Gravoso Limoso Mal Graduado Profundidad de la Muestra: Global

Hecho Por : TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN Calicata: Centro de Acopio Fecha: 15/06/2019

Referencia TESIS

Procedencia : Centro de Acopio

Determinación del % de Humedad Natural ASTM 2216 - N.T.P. 339.127

LATA	1	2	3	4
PESO DE LATA grs	104.34	104.78	104.22	103.90
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	212.56	211.48	211.09	213.02
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	206.67	205.70	205.24	207.12
PESO DEL AGUA grs	5.89	5.78	5.85	5.90
PESO DEL SUELO SECO grs	102.33	100.92	101.02	103.22
% DE HUMEDAD	5.76	5.73	5.79	5.72
PROMEDIO % DE HUMEDAD	5.75			

Determinación del Gravedad Específico de Sólidos ASTM D-854

LATA	1	2
VOL. DEL FRASCO A 20° C.	500.00	500.00
METODO DE REMOCION DEL AIREa	Vacio	Vacio
PESO DEL FRASCO+AGUA+SUELO	729.95	731.00
TEMPERATURA, °C	28.00	26.00
PESO DEL FRASCO+AGUA grs	656.56	657.45
PLATO EVAPORADO N°	1	2
PESO DEL PLATO EVAP+SUELO SECO grs	320.00	300.00
PESO DEL SUELO SECO grs	120.00	120.00
VOLUMEN DE SÓLIDOS cm ³	46.61	46.45
GRAVEDAD ESPECIFICA CORREGIDO POR T°	2.57	2.58
PROMEDIO Gs	2.58	

OBSERVACIONES: _____



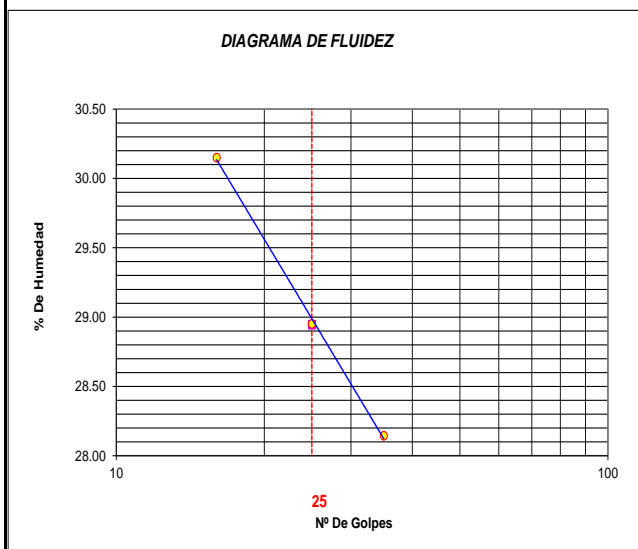
H-2. LIMITES DE ATTERBERG



Tesis :	PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019		
Localización de la Tesis:	Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín	Material :	Mezcla de Sub Base
Descripción del Suelo:	Suelo Gravoso Limoso Mal Graduado	Profundidad de la Muestra:	Global
Hecho Por :	TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN	Calicata:	Centro de Acopio Fecha: 15/06/2019

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE ATTERBERG

Determinación del Límite Líquido	ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129		
LATA	90	1	28
PESO DE LATA grs	29.35	40.70	39.35
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	59.61	70.81	69.72
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	52.60	64.05	63.05
PESO DEL AGUA grs	7.01	6.76	6.67
PESO DEL SUELO SECO grs	23.25	23.35	23.70
% DE HUMEDAD	30.15	28.95	28.14
NUMERO DE GOLPES	16	25	35



Índice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	ND
Límite Líquido (%)	28.95
Límite Plástico (%)	24.80
Índice de Plasticidad Ip (%)	4.15
Clasificación SUCS	GP-GM
Clasificación AASHTO	A-1-a(0)
Índice de consistencia Ic	

Determinación del Límite Plástico	ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129		
LATA	1	46	47
PESO DE LATA grs	39.71	27.25	36.23
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	59.78	47.70	59.76
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	55.80	43.63	55.08
PESO DEL AGUA grs	3.98	4.07	4.68
PESO DEL SUELO SECO grs	16.09	16.38	18.85
% DE HUMEDAD	24.74	24.85	24.83
% PROMEDIO	24.80		

OBSERVACIONES: _____



I. MATERIAL LIGANTE DEL TERRENO DE FUNDACIÓN



I-1. HUMEDAD, LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesis : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín Ubicación : Prol. Recreo

Descripción del Suelo: Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad Profundidad de la Muestra: 0.30-1.80 m

Hecho Por : TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN Calcata: C-03 Fecha: 28/06/2019

Referencia TESIS Procedencia : C-03 Coordenadas N:9281957 E:351633

Determinación del % de Humedad Natural ASTM 2216 - N.T.P. 339.127

LATA	114	120	124
PESO DE LATA grs	112.40	113.70	115.90
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	253.40	249.20	247.30
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	234.80	230.90	229.50
PESO DEL AGUA grs	18.60	18.30	17.80
PESO DEL SUELO SECO grs	122.40	117.20	113.60
% DE HUMEDAD	15.20	15.61	15.67
PROMEDIO % DE HUMEDAD	15.49		

Determinación del Gravedad Especifico de Solidos ASTM D-854

LATA	1	2
VOL. DEL FRASCO A 20° C.		
METODO DE REMOCION DEL AIREa		
PESO DEL FRASCO+AGUA+SUELO		
TEMPERATURA, °C		
PESO DEL FRASCO+AGUA grs	N.R.	
PLATO EVAPORADO N°		
PESO DEL PLATO EVAP+SUELO SECO grs		
PESO DEL SUELO SECO grs		
VOLUMEN DE SOLIDOS cm3		
GRAVEDAD ESPECIFICA CORREGIDO POR T°		
PROMEDIO Gs		

OBSERVACIONES: _____



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesis : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización de la Tesis: Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín **Ubicación :** Prol. Recreo

Descripción del Suelo: Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad **Profundidad de la Muestra:** 0.30-1.80 m

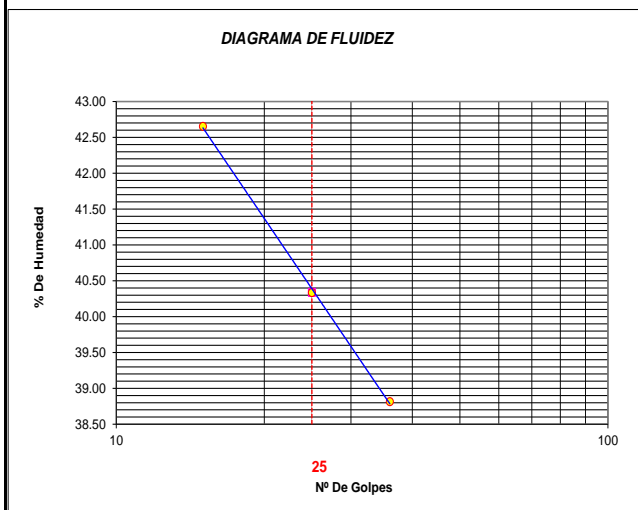
Hecho Por : TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN **Calicata:** C-03 **Fecha:** 28/06/2019

Referencia : TESIS **Procedencia :** C-03 **Coordenadas** N:9281957 E:351633

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE ATTERBERG

Determinación del Límite Líquido **ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129**

LATA	91	92	97
PESO DE LATA grs	41.53	40.33	39.94
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	71.63	70.32	69.91
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	62.63	61.70	61.53
PESO DEL AGUA grs	9.00	8.62	8.38
PESO DEL SUELO SECO grs	21.10	21.37	21.59
% DE HUMEDAD	42.65	40.34	38.81
NUMERO DE GOLPES	15	25	36



Límite de contracción (%)	ND
Límite Líquido (%)	40.34
Límite Plástico (%)	21.44
Índice de Plasticidad Ip (%)	18.90
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-6(9)
Índice de consistencia Ic	1.31

Determinación del Límite Plástico **ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129**

LATA	15	19	22
PESO DE LATA grs	29.34	41.19	36.50
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	59.99	71.79	66.23
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	54.55	66.40	61.00
PESO DEL AGUA grs	5.44	5.39	5.23
PESO DEL SUELO SECO grs	25.21	25.21	24.50
% DE HUMEDAD	21.58	21.38	21.35
% PROMEDIO	21.44		

OBSERVACIONES: _____



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

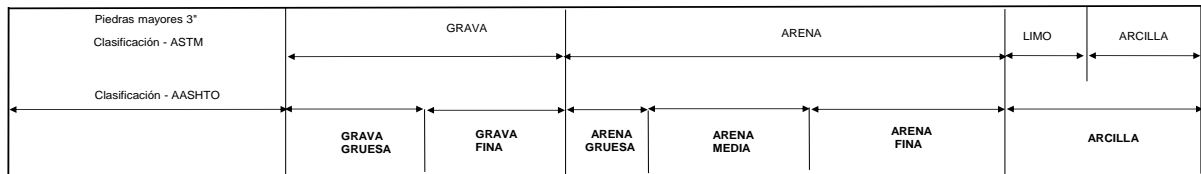
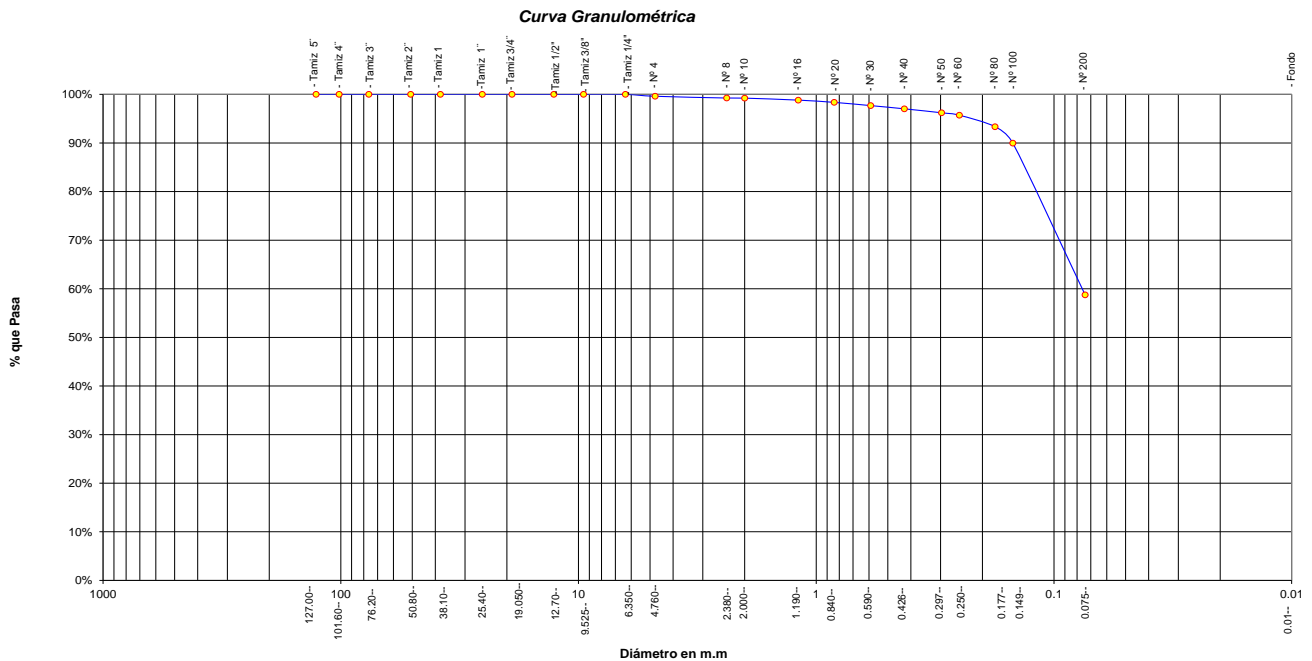
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES



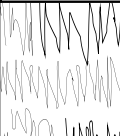



Tesis : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN			
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019			
Localización de la Tesis:	Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín		Ubicación : Prol. Recreo
Descripción del Suelo:	Suelo Arcillosos Inorgánico de Mediana Plasticidad	0.30-1.80 m	Calicata: C-03
Hecho Por :	TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN		Fecha: 28/06/2019
Referencia :	TESIS	Procedencia : C-03	Coordenadas : N:9281957 E:351633

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Composición Granulométrica %	
Ø (mm)					% QUE PASA PARA CLASIFICACION	
Tamiz 5"	127.00				GRAVA	0.39%
Tamiz 4"	101.60				ARENA	40.86%
Tamiz 3"	76.20				LIMOS Y ARCII	58.75%
Tamiz 2"	50.80				Descripción Muestra:	
Tamiz 1 1/2"	38.10				Grupo suelos partículas finas Sub-Grupo : Limos y arcillas con LL 3/4 50% CL A-6(9)	
Tamiz 1"	25.40				Arcilla inorgánica de mediana plasticidad color naranja con clasificación 10R 5/6	
Tamiz 3/4"	19.050				SUCS =	CL
Tamiz 1/2"	12.700					AASHTO =
Tamiz 3/8"	9.525				LL	40.34
Tamiz 1/4"	6.350			100.00%	LP	21.44
Nº 4	4.760	0.46	0.39%	99.61%	IP	18.90
Nº 8	2.380	0.42	0.36%	99.25%	IG	9
Nº 10	2.000	0.03	0.03%	99.23%	D 90=	
Nº 16	1.190	0.48	0.41%	98.82%	D 60=	
Nº 20	0.840	0.55	0.47%	98.35%	D 30=	
Nº 30	0.590	0.78	0.66%	97.69%	D 10=	
Nº 40	0.426	0.78	0.66%	97.03%	Descripción del Suelo Ensayado:	
Nº 50	0.297	0.96	0.82%	96.21%	El suelo es una arcilla inorgánica de mediana plasticidad, de consistencia dura con finos de	
Nº 60	0.250	0.59	0.50%	95.71%	58.75%, con LL = 40.34%, color anaranjado con resistencia al corte de regular a fino en	
Nº 80	0.177	2.78	2.36%	93.35%	condiciones saturadas con un porcentaje de arena del 40.86% del total de la muestra.	
Nº 100	0.149	3.99	3.39%	89.96%	% de Humedad Natural de la muestra ensayada	
Nº 200	0.074	36.74	31.21%	58.75%	Número de tarro =	120
Fondo	0.01	69.17	58.75%	100.00%	Peso del tarro =	114.00
TOTAL	117.73				Peso del tarro + Mh =	250
					Peso del tarro + Ms =	231.73
					Peso suelo húmedo=	136
					Peso suelo seco :	117.73
					% Humedad Muestra	15.49





REGISTRO DE EXCAVACION												
Ejecuta		TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN					Elaboro :		TES. W.T.M.			
Proyecto :		PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019					Coord :		N:9281957 E:351633			
Ubicación:		Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín					Fecha :		28/06/2019			
Calicata N°	C-03	Nivel freático No presenta	Prof. Exc.	1.80	(m)	Cota As.	383.00 (msnm)			ESPESOR (m)	HUMEDAD (%)	FOTO
Cota As. (m)	Estrato	Descripción del Estrato de suelo			CLASIFICACION							
					AASHTO	SUCS	SIMBOLO					
383.00	I	Suelo arenoso limoso con presencia de raíces color negro			A-8	SM-Pt		0.30	10.62			
382.70	II	El suelo es una arcilla inorgánica de mediana plasticidad, de consistencia dura con finos de 58.75%, con LL = 40.34%, color naranja con resistencia al corte de regular a mala en condiciones saturadas con un porcentaje de arena del 40.86% del total de la muestra.			A-6(9)	CL		1.50	15.49			
381.20												

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 A.S.T.M, (registro sin escala)



J. ENSAYO DE DURABILIDAD SUB BASE

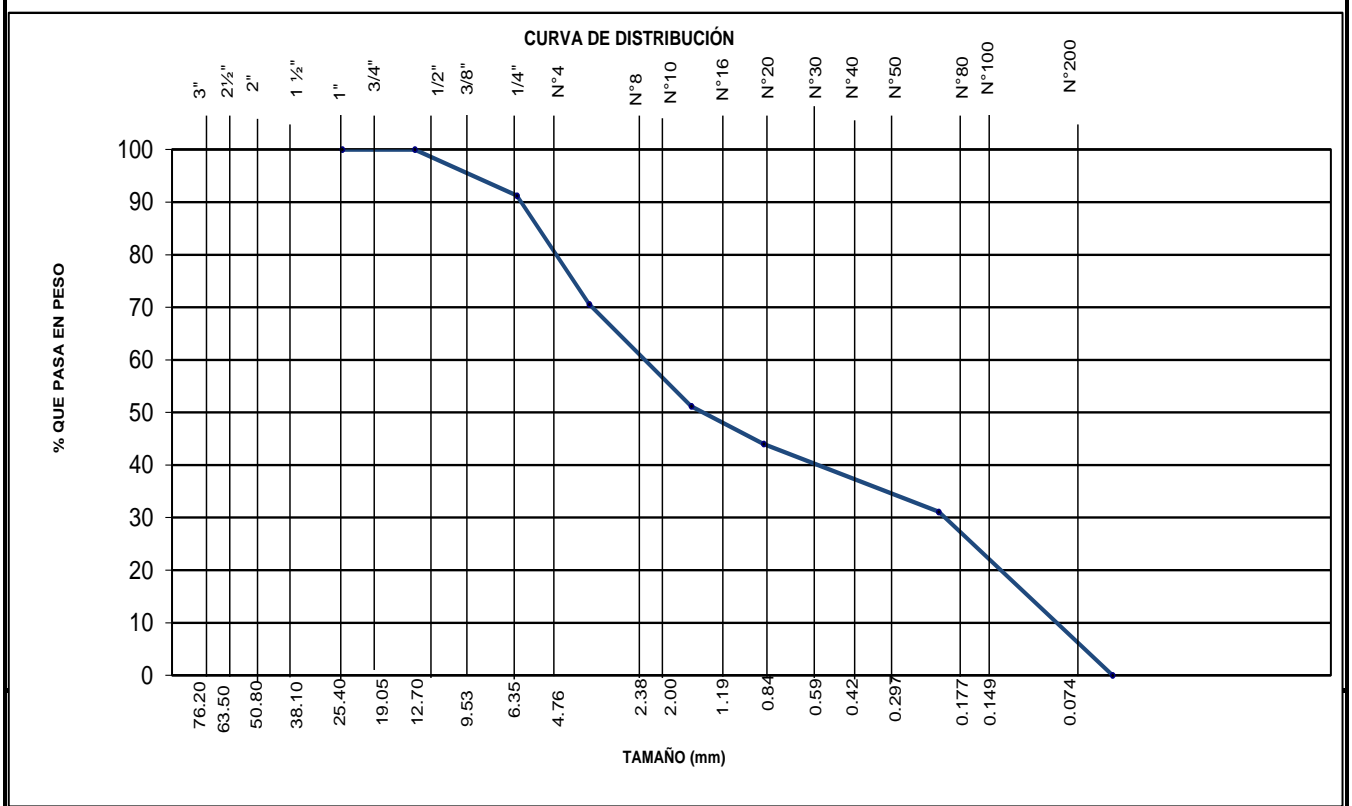


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO PARA ENSAYO DE DURABILIDAD ESCALONADO

ASTM D 422

TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
Localización : RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019
Muestra : DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA DE SAN MARTIN, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN
Realizado : MEZCLA DE AGREGADOS PARA SUB BASE
 TESISISTA WILSER TANG MONDRAGÓN

Tamices Ø	Tamaño (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Datos de la muestra	
						Peso Inicial, gr	
2"	50.800				100.0	10000.0	
1 1/2"	38.100		0.0	0.0	100.0	9992.0	
1"	25.400	874.0	8.7	8.7	91.3	8.00	
3/4"	19.050	2067.0	20.7	29.4	70.6		Observaciones
1/2"	12.700	1940.0	19.4	48.8	51.2		
3/8"	9.525	717.0	7.2	56.0	44.0		
Nº 4	4.750	1292.0	12.9	68.9	31.1		
Nº 8	2.380	3102.0	31.0	100.0	0.0		
Nº 16	1.190						
Nº 30	0.590						
Nº 50	0.297						
Nº 100	0.149						
Nº 200	0.074						
FONDO							





DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO

MTC E 209 - ASTM C 88 - AASHTO T-104

TESTS : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
 RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización : DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA DE SAN MARTIN, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

Muestra : MEZCLA DE AGREGADOS PARA SUB BASE

Realizado : TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN **Fecha** 15-06-19

ANÁLISIS CUANTITATIVO

AGREGADO GRUESO

TAMAÑO		Gradación Original (%)	Peso requerido (g)	Peso fracción ensayada	Nº de partículas	Peso ret. después de ensayo (g)	Pérdida		Pérdida corregida (%)	Nº de partículas
Pasa	Retiene						Peso (gr)	%		
2 1/2"	2"		3000±300				0.0	0.0	0.00	
2"	1 1/2"		2000±200				0.0	0.0	0.00	
1 1/2"	1"	8.7	1000±50	1011		990.0	21.0	2.1	0.18	
1"	3/4"	20.7	500±30	501.5		495.0	6.5	1.3	0.27	
3/4"	1/2"	19.4	670±10	672		668.0	4.0	0.6	0.12	
1/2"	3/8"	7.2	330±5	331.5		209.0	122.5	37.0	2.65	
3/8"	Nº 4	12.9	300±5	303		265.0	38.0	12.5	1.62	
TOTALES		68.9		2819.0		2627.0			4.83	

AGREGADO FINO

TAMAÑO		Gradación Original (%)	Peso min. requerido (g)	Peso fracción ensayada	Nº de partículas	Peso ret. después de ensayo (g)	Pérdida		Pérdida corregida (%)	Nº de partículas
Pasa	Retiene						Peso (gr)	%		
3/8"	Nº 04	0.0	100	100	--	90.2	9.8	7.0	0.0	--
Nº 04	Nº 08	0.2	100	100	--	87.1	12.9	7.0	0.0	--
Nº 08	Nº 16	1.0	100	100	--	90.3	9.7	7.0	0.1	--
Nº 16	Nº 30	13.6	100	100	--	93.7	6.3	6.3	0.9	--
Nº 30	Nº 50	57.9	100	100	--	90.8	9.2	9.2	5.3	--
Nº 50	Nº 100	13.7	100	100	--	95.0	5.0	5.0	0.7	--
< Nº 100		4.6								
TOTALES		91.0		600.0		547.1			6.96	



K. PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES



TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización : DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA DE SAN MARTIN, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

Muestra : MEZCLA DE AGREGADOS PARA SUB BASE

Realizado : TESISTA WILSER TANG MONDRAGÓN **Fecha** : 15/06/2019

PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS

ASTM D 693

TAMIZ	Peso por mallas (A) (gr)	Peso chatas y alargadas (B) (gr)	Porcentaje (C)=(B)/(A)*100 (%)	Gradación Original (D) (%)	Corrección (E)=(C)*(D) (%)	(E)/(D) (%)
1 1/2" - 1"	3781.0	593.0	15.7	11.2	175.7	
1" - 3/4"	2044.0	623.0	30.5	6.0	182.9	
3/4" - 1/2"	2253.0	318.0	14.1	6.6	93.2	
1/2" - 3/8"	1504.0	285.0	18.9	4.4	83.4	
Peso Total (gr.)	9582	1819.0		28.2	535.1	19.0

Observaciones:



L. PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS SUB BASE



TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización : DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA DE SAN MARTIN, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

Muestra : MEZCLA DE AGREGADOS PARA SUB BASE

Realizado : TESISISTA WILSER TANG MONDRAGÓN

Fecha de Ensayo : 15/06/2019

PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS
ASTM D 5821 - MTC E 210

CON UNA O MÁS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO		PESO POR MALLAS (A) (gr)	1 CARA FRACTURADA (B) (gr)	% POR MALLAS (C) = (B/A)*100 (%)	PORCENTAJE POR MALLAS (D) (%)	(E) = (C)*(D) (%)
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"	3781.0	3055.0	80.8	11.2	904.9
1"	3/4"	2044.0	1562.0	76.4	6.0	458.5
3/4"	1/2"	2253.0	1690.0	75.0	6.6	495.1
1/2"	3/8"	1504.0	886.0	58.9	4.4	259.2
TOTAL		9582.0	7193.0		28.2	2117.7

% con una o mas caras fracturadas : 75.1

CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO		PESO POR MALLAS (A) (gr)	2 CARAS FRACTURADAS (B) (gr)	% POR MALLAS (C) = (B/A)*100 (%)	PORCENTAJE POR MALLAS (D) (%)	(E) = (C)*(D) (%)
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"	3781.0	2060.0	54.5	11.2	610.2
1"	3/4"	2044.0	998.0	48.8	6.0	293.0
3/4"	1/2"	2253.0	973.0	43.2	6.6	285.0
1/2"	3/8"	1504.0	587.0	39.0	4.4	171.7
TOTAL			4618.0		28.2	1359.9

% con dos o mas caras fracturadas : 48.2

OBSERVACIONES:



6.1.1.3. BASE GRANULAR



A. ANALISIS GRANULOMÉTRICO



TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

DESCRIPCION Material para Base granular

MUESTRA: Agregado triturado en planta

Realizado : TES. WILSER TANG MONDRAGÓN

CANTERA: Río Huallaga Sector Shapaja

FECHA: 15/06/2019

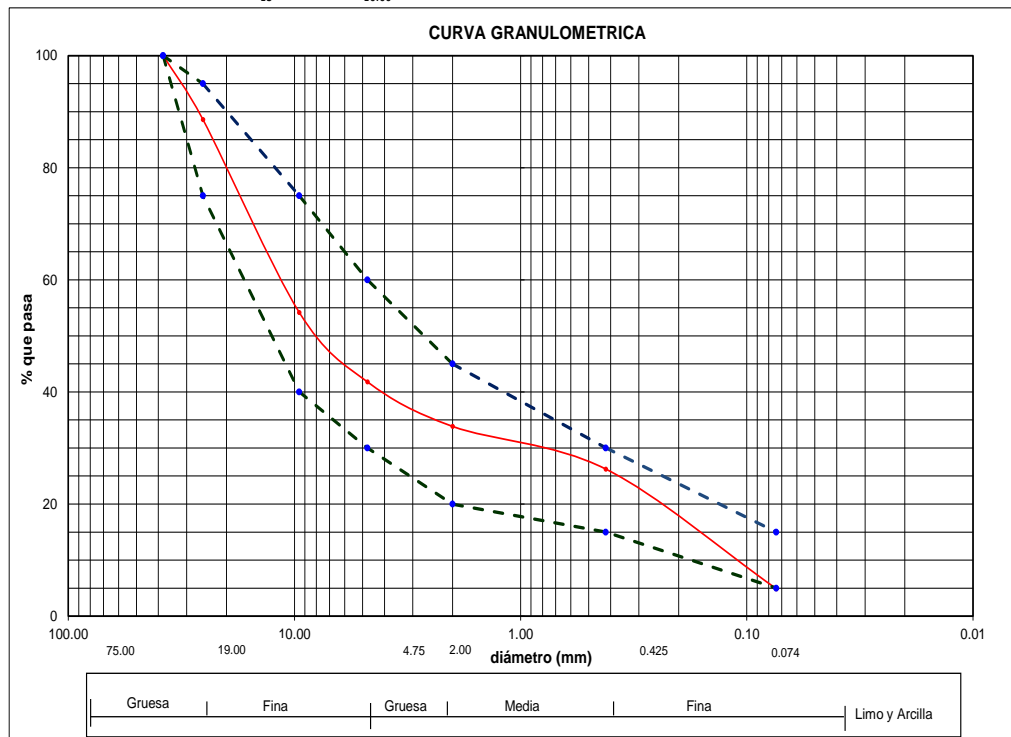
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION. NORMAS ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO D 420

Peso Inicial Seco, [gr]	20983.00
Peso Lavado y Seco, [gr]	19946.50

CARACTERISTICAS FISICAS

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	Porcent.Ret. [%]	Porcent.Ret. Acum [%]	Porcent.Acum Pasante [%]	Especificaciones Técnicas BASE GRANULAR HUSO B		REGISTRO CALICATA N°/MUESTRA N°			-	
2"	50.800											BASE
1 1/2"	38.100				100.00	100	100	P.E. RELAT. DE SOLIDOS [gr/cc]				2.64
1 "	25.400	2390.00	11.39	11.39	88.61	75	95	HUMEDAD NATURAL [%]				2.65
3/4"	19.050	2689.00	12.82	24.21	75.79			LIMITE LIQUIDO [%]				NP
1/2"	12.700	1250.00	5.96	30.17	69.83			LIMITE PLASTICO [%]				NP
3/8"	9.525	3280.00	15.63	45.80	54.20	40	75	INDICE PLASTICO [%]				NP
Nº 4	4.760	2598.00	12.38	58.18	41.82	30	60	MATERIAL MENOR # 200 [%]				4.92
Nº 10	2.000	1667.40	7.95	66.13	33.87	20	45	LIMITE DE CONTRACCION [%]				NR
Nº 20	0.840	895.20	4.27	70.40	29.60							
Nº 40	0.420	700.10	3.34	73.74	26.26	15	30	CLASIFICACION S.U.C.S.				GP
Nº 80	0.170	3510.40	16.73	90.47	9.53			CLASIFICACION A.S.S.H.T.O.				A-1a(0)
Nº 100	0.150	342.10	1.63	92.10	7.90							#IVALOR!
Nº 200	0.074	624.30	2.98	95.08	4.92	5	15	D10 [mm]	0.177	Cu		60.469
< Nº 200	0.000	1036.50	4.92	100.00	0.00			D30 [mm]	0.949	Cc		0.475
		20983.00						D60 [mm]	10.703			





B. CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS DE LA BASE



TESIS :	PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019																				
DESCRIPCION :	Rio Huallaga																				
REALIZADO :	TES. WILSER TANG MONDRAGÓN	Fecha :	15-06-19																		
Referencias de la muestra																					
Identificación :	Base Granular	Prof :	Global																		
		Presentación	01 bolsa de polipropileno																		
Descripción :	Rio Huallaga	Cantidad	1,0 kg Aprox.																		
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS NTP 339.152 BS1377																					
<table border="1"><tr><td>Peso de crisol</td><td>gr.</td><td>22.0157</td></tr><tr><td>Peso crisol + sales</td><td>gr.</td><td>22.0591</td></tr><tr><td>Peso sales</td><td>gr.</td><td>0.0434</td></tr><tr><td>Peso de muestra</td><td>gr.</td><td>50.0</td></tr><tr><td>Sales</td><td>%</td><td>0.0868</td></tr><tr><td>p.p.m.</td><td></td><td>868.000</td></tr></table>				Peso de crisol	gr.	22.0157	Peso crisol + sales	gr.	22.0591	Peso sales	gr.	0.0434	Peso de muestra	gr.	50.0	Sales	%	0.0868	p.p.m.		868.000
Peso de crisol	gr.	22.0157																			
Peso crisol + sales	gr.	22.0591																			
Peso sales	gr.	0.0434																			
Peso de muestra	gr.	50.0																			
Sales	%	0.0868																			
p.p.m.		868.000																			
<table border="1"><tr><td>Contenido de sales solubles : 0.08 % < 0.5 %</td></tr></table>				Contenido de sales solubles : 0.08 % < 0.5 %																	
Contenido de sales solubles : 0.08 % < 0.5 %																					
Observaciones																				



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
Y ENSAYO DE MATERIALES



PROYECTO : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

DESCRIPCION : Arena triturada en planta, río Huallaga, sector Shapaja

REALIZADO : TES. WILSER TANG MONDRAGÓN

Fecha : 15-06-19

Referencias de la muestra

Identificación Material aluvial de río **Prof :** GLOBAL **Presentación** 01 bolsa de polipropileno

Descripción Arena triturada en planta, río Huallaga, sector Shapaja **Cantidad** 1,0 kg Aprox.

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS NTP 339.152 BS1377

Peso de crisol	gr.	22.0248
Peso crisol + sales	gr.	22.0553
Peso sales	gr.	0.0305
Peso de muestra	gr.	50.0
Sales	%	0.0610
p.p.m.		610.000

Contenido de sales solubles : 0.06 % < 0.5 %

Observaciones

.....
.....
.....



C. ENSAYO DE ABRASIÓN



ENSAYO DE ABRASIÓN (MÁQUINA DE LOS ÁNGELES)

MTC E 207 - ASTM C 535 - AASHTO T-96

PROYECTO : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
 RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

DESCRIPCION : Rio Huallaga

REALIZADO : TES. WILSER TANG MONDRAGÓN **Fecha :** 15/06/2019

Tamiz Pasa - Retiene	Gradaciones			
	A	B	C	D
1 1/2" - 1"	1250.0			
1" - 3/4"	1250.0			
3/4" - 1/2"	1250.0			
1/2" - 3/8"	1250.0			
3/8" - 1/4"				
1/4" - N° 4				
N° 4 - N° 8				
Peso Total	5000.0			
Porcent. ret. tamiz N° 12, (%)	4029.4			
Porcent. pasante tamiz N° 12, (%)	970.6			
N° de esferas	12.0			
Peso de las esferas (gr)	5000 ± 25			
% Desgaste	19.4%			

OBSERVACIONES :



D. ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA



EQUIVALENTE DE ARENA

MTC E 114 - ASTM D 2419 - AASHTO T-176

TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

DESCRIPCION : Arena triturada en planta, río Huallaga, sector Shapaja

REALIZADO : TES. WILSER TANG MONDRAGÓN **Fecha : 15/06/2019**

MUESTRA	IDENTIFICACIÓN			
	1	2	3	
Hora de entrada a saturación	10:27:08 a. m.	10:29:08 a. m.	10:31:08 a. m.	
Hora de salida de saturación (más 10')	10:37:08 a. m.	10:39:08 a. m.	10:41:08 a. m.	
Hora de entrada a decantación	10:39:08 a. m.	10:41:08 a. m.	10:43:08 a. m.	
Hora de salida de decantación (más 20')	10:59:08 a. m.	11:01:08 a. m.	11:03:08 a. m.	
Altura máxima de material fino cm	5.90	6.10	6.20	
Altura máxima de la arena cm	4.30	4.40	4.40	
Equivalente de arena %	73	73	71	
Equivalente de arena promedio %	72.3			
Resultado equivalente de arena %	72.0			

Observaciones:



E. PROCTOR MODIFICADO



TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización : DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGIÓN SAN MARTIN

Cantera : Rio Huallaga, Agregado Para Base

Realizado : TESISTA. WILSER TANG MONDRAGÓN

Fecha : 15/05/2019

Nº Golpes / capa: 56 Nº Capas: 5 Peso del Martillo: 10 Lbs.
Dimensiones del Molde: Diametro: 10.15 Altura: 11.60 Vol. 2068.00
Sobrecarga: 10 Lbs.

RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557 METODO "A" MTC E-115

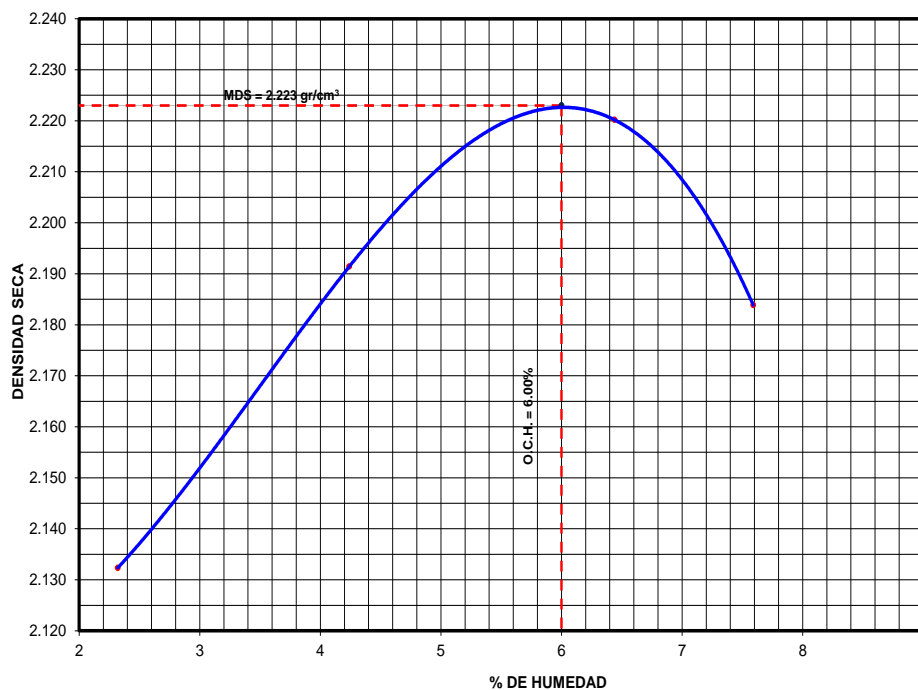
Determinación del contenido de Humedad

TARRO Nº								
PESO DEL TARRO (grs)	20.55	20.51	20.69	20.68	20.54	20.22	20.66	20.66
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	186.83	185.87	141.10	156.10	142.85	145.98	154.83	159.90
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (g)	183.13	182.05	136.19	150.60	135.46	138.36	145.37	150.08
PESO DEL AGUA (grs)	3.70	3.82	4.91	5.50	7.39	7.62	9.46	9.82
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	162.58	161.54	115.50	129.92	114.92	118.14	124.71	129.42
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	2.28	2.36	4.25	4.23	6.43	6.45	7.59	7.59
% PROMEDIO	2.32		4.24		6.44		7.59	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	2.32	4.24	6.44	7.59
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	11020.0	11232.0	11395.0	11367.0
PESO DEL MOLDE (grs)	6508.0	6508.0	6508.0	6508.0
PESO DEL SUELO (grs)	4512.0	4724.0	4887.0	4859.0
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	2.182	2.284	2.363	2.350
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	2.132	2.191	2.220	2.184
Densidad Máxima (grs/cm3)				2.223
Humedad Óptima%				6.00

COMPACTACION





F. CBR LABORATORIO



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES



TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECRO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización : DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGIÓN SAN MARTIN

Cantera : Rio Huallaga, Agregado Para Base

Realizado : TESISTA. WILSER TANG MONDRAGÓN

Fecha : 15/05/2019

Nº Golpes / capa: 25 Nº Capas: 5

Peso del Martillo: 10 Lbs.

Dimensiones del Molde Diametro: 15.2

Altura: 11.60 cm Vol. 2123.07

Sobrecarga: 10 Lbs.

Calib: 1.99188

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

Determinación del contenido de Humedad

MUESTRA Nº / Nº GOLPES	200	15	36	189	219	58
PESO DEL TARRO (grs)	20.20	20.60	20.60	20.40	20.70	20.30
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA (grs)	219.50	234.60	264.80	241.80	237.50	230.40
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	208.10	222.60	250.90	229.30	225.20	218.50
PESO DEL AGUA (grs)	11.40	12.00	13.90	12.50	12.30	11.90
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	187.90	202.00	230.30	208.90	204.50	198.20
CONTENIDO DE HUMEDAD %	6.07	5.94	6.04	5.98	6.01	6.00
% PROMEDIO	6.00		6.01		6.01	

Determinación de la Densidad

CONTENIDO DE HUMEDAD %	6.00	6.01	6.01
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	11571.00	11378.00	11362.00
PESO DEL MOLDE (grs)	6741.00	6735.00	6735.00
PESO DEL SUELO (grs)	4830.00	4643.00	4627.00
VOL. MOLDE (cm3)	2050.00	2072.00	2158.00
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	2.356	2.241	2.144
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	2.223	2.114	2.023

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (h)	Nº GOLPES 56		Nº GOLPES 25		Nº GOLPES 13		Molde m.m.			
			Lec Dial	EXPANSIÓN		Lec Dial	EXPANSIÓN			Lec Dial	EXPANSIÓN	
				m.m	%		m.m	%			m.m	%
NO PRESENTA												

PENETRACIÓN

Penetración en pulgadas	Molde Nº 56				Molde Nº 25				Molde Nº 13			
	Lec Dial	CORRECCIÓN			Lec Dial	CORRECCIÓN			Lec Dial	CORRECCIÓN		
		Lbs	Lbs/Pulg2			Lbs	Lbs/Pulg2			Lbs	Lbs/Pulg2	
0.000	0	0	0		0	0	0		0	0	0	
0.025	400	797	266		244	485	162		185	368	123	
0.050	774	1542	514		585	1165	388		402	800	267	
0.075	1123	2238	746		910	1812	604		636	1266	422	
0.100	1506	3001	1000	100	1250	2489	830	83	865	1722	574	57
0.150	2090	4164	1388		1903	3790	1263		1221	2431	810	
0.200	2504	4988	1663	111	2325	4630	1543	103	1508	3003	1001	67
0.250	2836	5650	1883		2596	5170	1723		1719	3423	1141	
0.300	3075	6126	2042		2773	5523	1841		1862	3708	1236	
0.400	3437	6847	2282		2986	5947	1982		2040	4063	1354	
0.500	3611	7193	2398		3106	6186	2062		2147	4276	1425	

OBSERVACIONES:



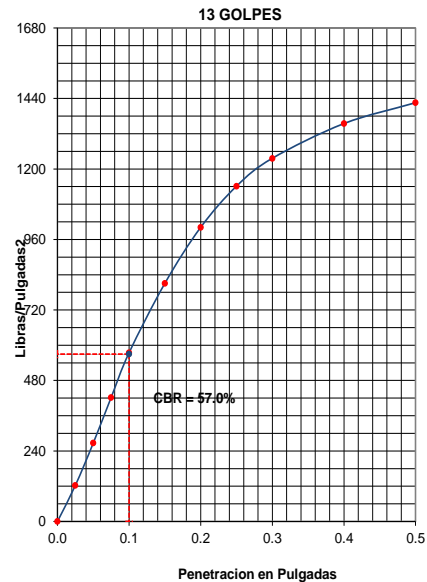
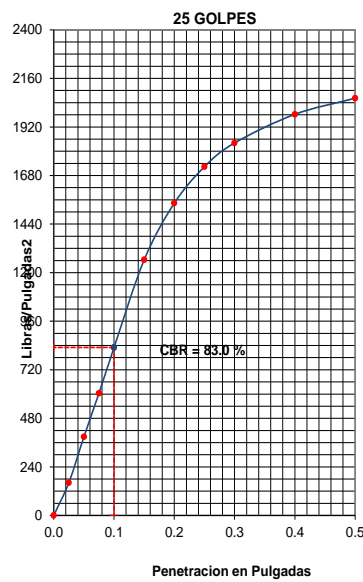
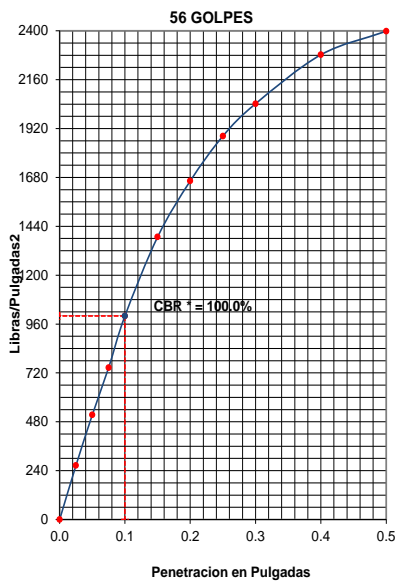
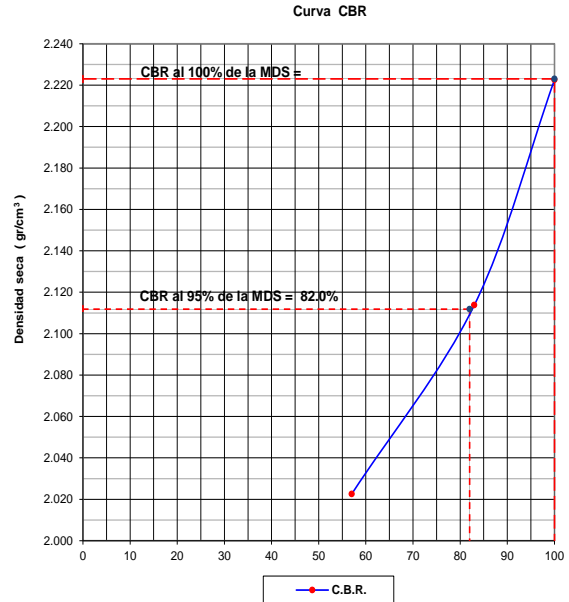
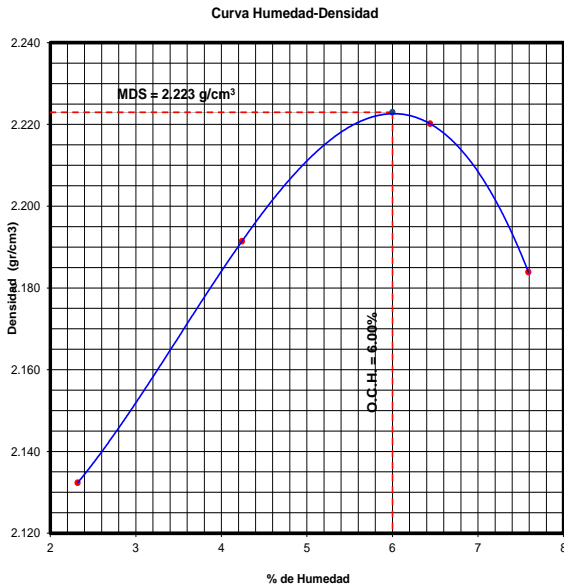
TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

Localización : DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGIÓN SAN MARTIN

Cantera : Rio Huallaga, Agregado Para Base

Fecha : 15/06/2019

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



Nº Golpes	W%	δ. grs/cm ³	Expansión %	Comp %	CBR 0.1"	CBR 95%	CBR 100%
56	6.00	2.223	N.P.	100	100.0	82.00	100.00
25	6.01	2.114		95	83.0		
13	6.01	2.023		91	57.0		



G. ENSAYO DE DURABILIDAD SULFATO DE SODIO



ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADO GUESO PARA ENSAYO DE DURABILIDAD ESCALONADO

ASTM D 422

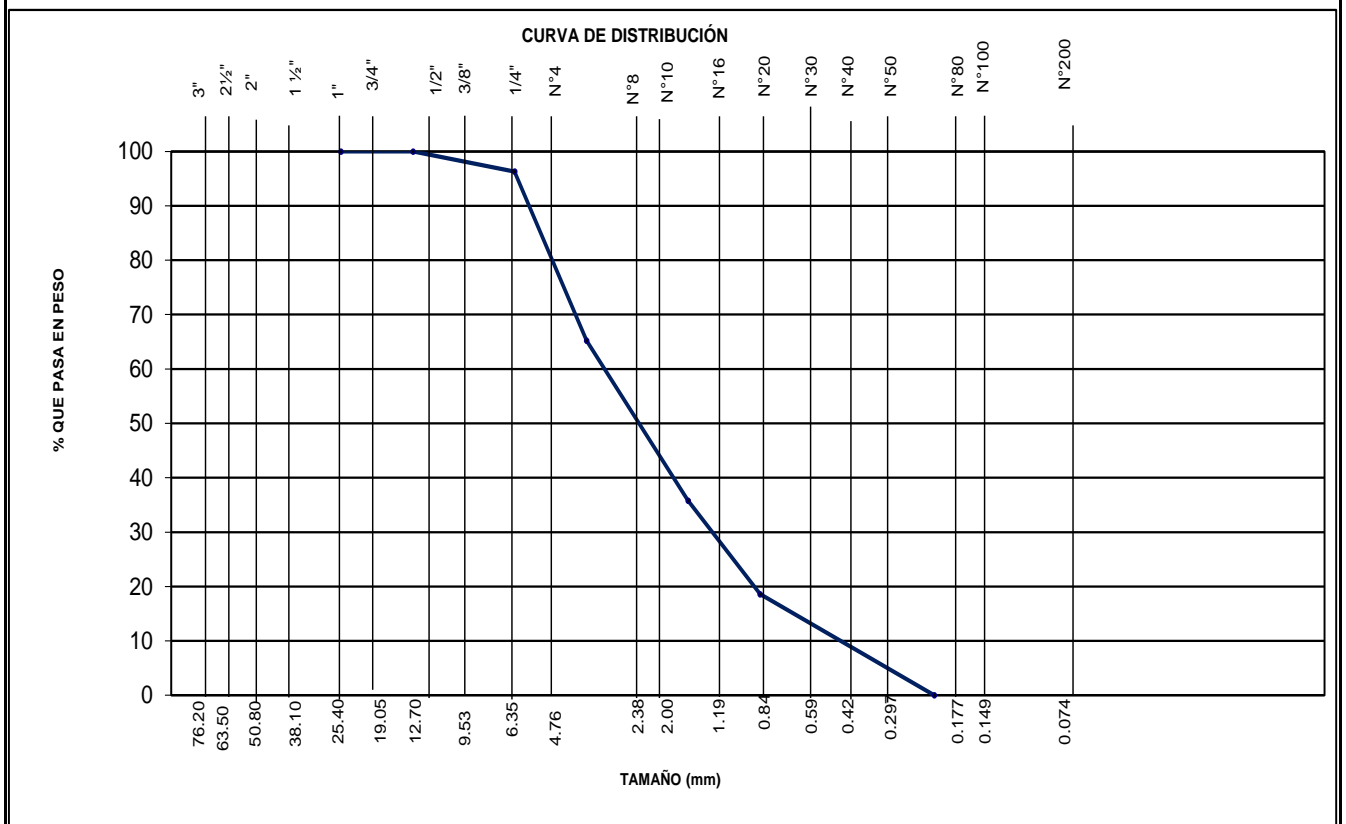
TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN
RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

DESCRIPCION : Río Huallaga

Fecha: 15-6-19

REALIZADO : TES. WILSER TANG MONDRAGÓN

Tamices Ø	Tamaño (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Datos de la muestra	
						Peso Inicial, gr	
2"	50.800				100.0	10200.0	
1 1/2"	38.100		0.0	0.0	100.0	9997.0	
1"	25.400	374.0	3.7	3.7	96.3	203.0	
3/4"	19.050	3102.0	31.1	34.8	65.2		Observaciones
1/2"	12.700	2940.0	29.4	64.2	35.8		
3/8"	9.525	1722.0	17.2	81.4	18.6		
Nº 4	4.750	1859.0	18.6	100.0	0.0		
Nº 8	2.380	746.0					
Nº 16	1.190						
Nº 30	0.590						
Nº 50	0.297						
Nº 100	0.149						
Nº 200	0.074						
FONDO							





DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO

MTC E 209 - ASTM C 88 - AASHTO T-104

TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

DESCRIPCION : Río Huallaga

REALIZADO : TES. WILSER TANG MONDRAGÓN

Fecha 15-06-19

ANÁLISIS CUANTITATIVO

AGREGADO GRUESO

TAMAÑO		Gradación Original (%)	Peso requerido (g)	Peso fracción ensayada (g)	Peso ret. después de ensayo (g)	Gradación original escalonada	Pérdida		Pérdida corregida (%)	Nº de partículas
Pasa	Retiene						Peso (gr)	%		
2 1/2"	2"		3000±300	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
2"	1 1/2"	0.0	2000±200	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1 1/2"	1"	3.7	1000±50	1010	987.0	3.7	23.0	2.3	0.1	
1"	3/4"	31.1	500±30	520	502.0	31.1	18.0	3.5	1.1	
3/4"	1/2"	29.4	670±10	670.0	655.0	29.4	15.0	2.2	0.7	
1/2"	3/8"	17.2	330±5	330	302.0	17.2	28.0	8.5	1.5	
3/8"	Nº 4	18.6	300±5	310.0	302.0	18.6	8.0	2.6	0.5	
TOTALES		100.0		2840.0	2748.0		92.0	19.0	3.8	

AGREGADO FINO

TAMAÑO		Gradación Original (%)	Peso mín. requerido (g)	Peso fracción ensayada (g)	Peso ret. después de ensayo (g)	Gradación original escalonada	Pérdida		Pérdida corregida (%)	Nº de partículas
Pasa	Retiene						Peso (gr)	%		
3/8"	Nº 04	0.0	100	100	--	90.0	10.0	7.0	0.0	--
Nº 04	Nº 08	0.0	100	100	--	78.8	21.2	7.0	0.0	--
Nº 08	Nº 16	0.4	100	100	--	84.7	15.3	7.0	0.0	--
Nº 16	Nº 30	1.3	100	100	--	90.0	10.0	0.0	0.0	--
Nº 30	Nº 50	19.0	100	100	--	89.8	10.2	10.2	1.9	--
Nº 50	Nº 100	62.0	100	100	--	92.3	7.7	7.7	4.7	--
< Nº 100		17.3								
TOTALES		100.0		600.0		525.6			6.72	



H. PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS BASE



TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

DESCRIPCION : Rio Huallaga

REALIZADO : TES. WILSER TANG MONDRAGÓN

Fecha : 15/06/19

PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS

ASTM D 693

TAMIZ	Peso por mallas (A) (gr)	Peso chatas y alargadas (B) (gr)	Porcentaje (C)=(B)/(A)*100 (%)	Gradación Original (D) (%)	Corrección (E)=(C)*(D) (%)	(E)/(D) (%)
1 1/2" - 1"	2390.0	342.0	14.3	11.4	163.0	
1" - 3/4"	2689.0	252.0	9.4	12.8	120.1	
3/4" - 1/2"	1625.0	217.0	13.4	6.0	79.6	
1/2" - 3/8"	3280.0	392.0	12.0	15.6	186.8	
Peso Total (gr.)	9984	1203.0		45.8	549.5	12.0

Observaciones:



I. PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS



TESIS : PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019

DESCRIPCION : Rio Huallaga

REALIZADO : TES. WILSER TANG MONDRAGÓN

Fecha : 15/06/2019

PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS
ASTM D 5821 - MTC E 210

CON UNA O MÁS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO		PESO POR MALLAS (A) (gr)	1 CARA FRACTURADA (B) (gr)	% POR MALLAS (C) = (B/A)*100 (%)	PORCENTAJE POR MALLAS (D) (%)	(E) = (C)*(D) (%)
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"	2390.0	1908.0	79.8	11.4	909.3
1"	3/4"	2689.0	2250.0	83.7	12.8	1072.7
3/4"	1/2"	1625.0	1540.0	94.8	6.0	564.8
1/2"	3/8"	3280.0	2460.0	75.0	15.6	1172.3
TOTAL		9984.0	8158.0		45.8	3719.1

% con una o mas caras fracturadas : 81.2

CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO		PESO POR MALLAS (A) (gr)	2 CARAS FRACTURADAS (B) (gr)	% POR MALLAS (C) = (B/A)*100 (%)	PORCENTAJE POR MALLAS (D) (%)	(E) = (C)*(D) (%)
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"	2390.0	1200.0	50.2	11.4	571.9
1"	3/4"	2689.0	1100.0	40.9	12.8	524.4
3/4"	1/2"	1625.0	890.0	54.8	6.0	326.4
1/2"	3/8"	3280.0	1350.0	41.2	15.6	643.3
TOTAL			4540.0		45.8	2066.0

% con dos o mas caras fracturadas : 45.1

OBSERVACIONES:



6.1.1.4. DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE



A. CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES (ESAL) DE DISEÑO



VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO

TESIS: "PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO – SAN MARTÍN – SAN MARTÍN; 2019"

Cuadro N° 37 (a): Conteo de Tráfico diario - Lunes

Tramo	JR. PROLONGACIÓN RECREO CDRAS. 12 AL 16	Ubicación de conteo	JR. PROLONGACIÓN RECREO CUADRA 14		
Departamento	BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTIN - SAN MARTIN	Sentido	Ambos		
Estación	-	Día	LUNES	Fecha	17-Jun-19

Hora	Auto movil	Cmta Pick Up	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E		
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
01-02	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.57
02-03	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0.57
03-04	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.57
04-05	0	1	2	0	0	0	0	0	0	3	1.70
05-06	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0.57
06-07	2	0	2	4	0	0	0	0	0	8	4.55
07-08	0	5	4	0	0	0	2	1	0	12	6.82
08-09	5	4	6	3	0	0	1	2	0	21	11.93
09-10	4	0	7	1	0	0	0	1	0	13	7.39
10-11	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	1.14
11-12	2	3	1	4	0	0	1	0	0	11	6.25
12-13	12	8	2	0	0	0	3	0	0	25	14.20
13-14	4	2	1	0	0	0	0	0	0	7	3.98
14-15	1	3	2	2	0	0	1	2	0	11	6.25
15-16	1	3	3	0	0	0	4	0	0	11	6.25
16-17	4	2	1	0	0	0	0	0	0	7	3.98
17-18	2	2	4	4	0	0	5	0	0	17	9.66
18-19	5	4	0	0	0	0	0	0	0	9	5.11
19-20	1	1	6	0	0	0	0	0	0	8	4.55
20-21	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	1.14
21-22	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.57
22-23	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	1.14
23-24	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	1.14
TOTAL	45	41	48	19	0	0	17	6	0	176	100.00
%	25.57	23.30	27.27	10.80	0.00	0.00	9.66	3.41	0.00	100.00	

Fuente: Elaboración Propia (2019)



Cuadro N° 37 (b): Conteo de Tráfico diario - Martes

Tramo	JR. PROLONGACIÓN RECREO CDRAS. 12 AL 16	Ubicación de conteo	JR. PROLONGACIÓN RECREO CUADRA 14		
Departamento	BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTIN - SAN MARTIN	Sentido	Ambos		
Estación	-	Día	MARTES	Fecha	18-Jun-19

Hora	Auto movil	Cmta Pick Up	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E		
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
01-02	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	1.10
02-03	0	3	1	0	0	0	0	0	0	4	2.20
03-04	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.55
04-05	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3	1.65
05-06	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0.55
06-07	2	0	2	2	0	0	0	0	0	6	3.30
07-08	4	7	2	0	0	0	2	3	0	18	9.89
08-09	3	1	7	2	0	0	3	1	0	17	9.34
09-10	5	2	4	1	0	0	3	1	0	16	8.79
10-11	2	2	3	2	0	0	0	0	0	9	4.95
11-12	3	5	1	3	0	0	2	1	0	15	8.24
12-13	8	5	2	0	0	0	2	2	0	19	10.44
13-14	4	1	1	1	0	0	1	2	0	10	5.49
14-15	1	2	2	1	0	0	1	1	0	8	4.40
15-16	1	2	2	0	0	0	2	0	0	7	3.85
16-17	3	1	2	1	0	0	0	0	0	7	3.85
17-18	1	2	3	2	0	0	1	0	0	9	4.95
18-19	4	3	2	2	0	0	2	2	0	15	8.24
19-20	2	1	3	0	0	0	0	0	0	6	3.30
20-21	0	2	1	0	0	0	0	0	0	3	1.65
21-22	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	1.10
22-23	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	1.10
23-24	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	1.10
TOTAL	47	42	43	18	0	0	19	13	0	182	100.00
%	25.82	23.08	23.63	9.89	0.00	0.00	10.44	7.14	0.00	100.00	

Fuente: Elaboración Propia (2019)



Cuadro N° 37 (c): Conteo de Tráfico - Miércoles

Tramo	JR. PROLONGACIÓN RECREO CDRAS. 12 AL 16	Ubicación de conteo	JR. PROLONGACIÓN RECREO CUADRA 14		
Departamento	BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTIN - SAN MARTIN	Sentido	Ambos		
Estación	-	Día	MIERCOLES	Fecha	19-Jun-19

Hora	Auto movil	Cmta Pick Up	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E		
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
01-02	0	1	2	0	0	0	0	0	0	3	1.62
02-03	0	5	0	0	0	0	0	0	0	5	2.70
03-04	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.54
04-05	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1.08
05-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
06-07	1	0	5	0	0	0	0	0	0	6	3.24
07-08	8	8	0	0	0	0	2	5	0	23	12.43
08-09	0	12	8	1	0	0	4	3	0	28	15.14
09-10	6	4	1	1	0	0	6	0	0	18	9.73
10-11	4	2	5	4	0	0	0	0	0	15	8.11
11-12	3	6	0	2	0	0	2	2	0	15	8.11
12-13	3	1	1	0	0	0	0	4	0	9	4.86
13-14	4	0	0	3	0	0	2	4	0	13	7.03
14-15	0	1	2	0	0	0	1	0	0	4	2.16
15-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
16-17	8	0	2	2	0	0	0	0	0	12	6.49
17-18	0	2	1	0	0	0	2	0	0	5	2.70
18-19	2	2	3	4	0	0	3	3	0	17	9.19
19-20	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3	1.62
20-21	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	2.16
21-22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.54
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
23-24	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.54
TOTAL	45	50	30	17	0	0	22	21	0	185	100.00
%	24.32	27.03	16.22	9.19	0.00	0.00	11.89	11.35	0.00	100.00	

Fuente: Elaboración Propia (2019)



Cuadro N° 37 (d): Conteo de Tráfico diario - Jueves

Tramo	JR. PROLONGACIÓN RECREO CDRAS. 12 AL 16	Ubicación de conteo	JR. PROLONGACIÓN RECREO CUADRA 14		
Departamento	BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTIN - SAN MARTIN	Sentido	Ambos		
Estación	-	Dia	JUEVES	Fecha	20-Jun-19

Hora	Auto movil	Cmta Pick Up	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E		
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
01-02	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3	1.57
02-03	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	1.57
03-04	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1.05
04-05	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.52
05-06	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2	1.05
06-07	1	0	3	2	0	0	1	0	0	7	3.66
07-08	4	6	2	0	0	0	2	3	0	17	8.90
08-09	1	9	5	1	0	0	3	2	0	21	10.99
09-10	5	2	2	3	0	0	3	0	0	15	7.85
10-11	4	4	3	3	0	0	0	1	0	15	7.85
11-12	4	4	3	2	0	0	2	1	0	16	8.38
12-13	6	4	1	1	0	0	1	2	0	15	7.85
13-14	3	2	1	2	0	0	3	2	0	13	6.81
14-15	0	2	1	0	0	0	1	0	0	4	2.09
15-16	2	2	1	1	0	0	1	0	0	7	3.66
16-17	6	3	1	1	0	0	0	0	0	11	5.76
17-18	1	2	1	1	0	0	3	0	0	8	4.19
18-19	3	3	3	2	0	0	2	2	0	15	7.85
19-20	3	1	1	1	0	0	0	0	0	6	3.14
20-21	0	2	4	0	0	0	0	0	0	6	3.14
21-22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.52
22-23	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1.05
23-24	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.52
TOTAL	49	52	34	20	0	0	22	14	0	191	100.00
%	25.65	27.23	17.80	10.47	0.00	0.00	11.52	7.33	0.00	100.00	

Fuente: Elaboración Propia (2019)



Cuadro N° 37 (e): Conteo de Tráfico diario - Viernes

Tramo	JR. PROLONGACIÓN RECREO CDRAS. 12 AL 16	Ubicación de conteo	JR. PROLONGACIÓN RECREO CUADRA 14		
Departamento	BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTIN - SAN MARTIN	Sentido	Ambos		
Estación	-	Dia	VIERNES	Fecha	21-Jun-19

Hora	Auto movil	Cmta Pick Up	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E		
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
01-02	2	0	1	0	0	0	0	0	0	3	1.65
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
03-04	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	1.10
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
05-06	1	1	1	0	0	0	0	2	0	5	2.75
06-07	0	0	0	4	0	0	3	0	0	7	3.85
07-08	1	4	5	0	0	0	2	0	0	12	6.59
08-09	0	6	1	0	0	0	1	1	0	9	4.95
09-10	4	1	0	0	0	0	0	0	0	5	2.75
10-11	5	7	0	2	0	0	0	2	0	16	8.79
11-12	6	1	8	1	0	0	2	0	0	18	9.89
12-13	6	6	4	4	0	0	0	0	0	20	10.99
13-14	1	5	1	0	0	0	5	0	0	12	6.59
14-15	0	3	2	0	0	0	0	0	0	5	2.75
15-16	4	5	2	2	0	0	0	1	0	14	7.69
16-17	4	8	0	0	0	0	0	0	0	12	6.59
17-18	3	1	0	0	0	0	2	0	0	6	3.30
18-19	4	4	1	0	0	0	0	1	0	10	5.49
19-20	5	0	0	2	0	0	0	0	0	7	3.85
20-21	0	1	10	0	0	0	0	0	0	11	6.04
21-22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.55
22-23	5	1	0	0	0	0	0	0	0	6	3.30
23-24	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.55
TOTAL	52	57	36	15	0	0	15	7	0	182	100.00
%	28.57	31.32	19.78	8.24	0.00	0.00	8.24	3.85	0.00	100.00	

Fuente: Elaboración Propia (2019)



Cuadro N° 37 (f): Conteo de Tráfico diario - Sábado

Tramo	JR. PROLONGACIÓN RECREO CDRAS. 12 AL 16	Ubicación de conteo	JR. PROLONGACIÓN RECREO CUADRA 14		
Departamento	BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTIN - SAN MARTIN	Sentido	Ambos		
Estación	-	Día	SABADO	Fecha	22-Jun-19

Hora	Auto movil	Cmta Pick Up	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E		
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
01-02	0	1	2	0	0	0	0	0	0	3	1.48
02-03	0	5	0	0	0	0	0	0	0	5	2.46
03-04	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.49
04-05	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.99
05-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
06-07	1	0	5	0	0	0	0	0	0	6	2.96
07-08	8	8	0	0	0	0	2	5	0	23	11.33
08-09	0	12	8	0	0	0	4	3	0	27	13.30
09-10	6	4	1	0	0	0	6	0	0	17	8.37
10-11	4	2	5	4	0	0	0	0	0	15	7.39
11-12	3	6	0	2	0	0	2	2	0	15	7.39
12-13	3	1	1	4	0	0	0	4	0	13	6.40
13-14	4	2	6	3	0	0	2	4	0	21	10.34
14-15	0	1	2	0	0	0	1	0	0	4	1.97
15-16	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0.99
16-17	8	0	2	2	0	0	0	0	0	12	5.91
17-18	0	2	0	0	0	0	2	0	0	4	1.97
18-19	2	2	3	4	0	0	3	3	0	17	8.37
19-20	2	1	4	3	0	0	0	0	0	10	4.93
20-21	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	1.97
21-22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.49
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
23-24	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.49
TOTAL	45	54	39	22	0	0	22	21	0	203	100.00
%	22.17	26.60	19.21	10.84	0.00	0.00	10.84	10.34	0.00	100.00	

Fuente: Elaboración Propia (2019)



Cuadro N° 37 (g): Conteo de Tráfico diario - Domingo

Tramo	JR. PROLONGACIÓN RECREO CDRAS. 12 AL 16	Ubicación de conteo	JR. PROLONGACIÓN RECREO CUADRA 14		
Departamento	BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTIN - SAN MARTIN	Sentido	Ambos		
Estación	-	Día	DOMINGO	Fecha	23-Jun-19

Hora	Auto movil	Cmta Pick Up	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E		
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
01-02	2	1	1	0	0	0	0	0	0	4	1.90
02-03	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0.95
03-04	1	2	0	0	0	0	0	0	0	3	1.42
04-05	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.47
05-06	1	1	1	0	0	0	0	2	0	5	2.37
06-07	1	0	2	3	0	0	2	0	0	8	3.79
07-08	3	5	4	0	0	0	2	2	0	16	7.58
08-09	1	8	3	1	0	0	2	2	0	17	8.06
09-10	5	2	1	0	0	0	2	0	0	10	4.74
10-11	5	6	2	3	0	0	0	2	0	18	8.53
11-12	5	3	6	2	0	0	2	1	0	19	9.00
12-13	6	5	1	3	0	0	1	1	0	17	8.06
13-14	2	4	1	1	0	0	4	1	0	13	6.16
14-15	0	3	1	0	0	0	1	0	0	5	2.37
15-16	3	4	2	2	0	0	1	1	0	13	6.16
16-17	5	6	1	1	0	0	0	0	0	13	6.16
17-18	2	2	1	1	0	0	3	0	0	9	4.27
18-19	4	4	2	1	0	0	1	2	0	14	6.64
19-20	4	1	1	2	0	0	0	0	0	8	3.79
20-21	0	2	7	0	0	0	0	0	0	9	4.27
21-22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.47
22-23	4	1	0	0	0	0	0	0	0	5	2.37
23-24	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.47
TOTAL	56	63	37	20	0	0	21	14	0	211	100.00
%	26.54	29.86	17.54	9.48	0.00	0.00	9.95	6.64	0.00	100.00	

Fuente: Elaboración Propia (2019)



VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO SEMANAL

Tramo	JR. PROLONGACIÓN RECREO CDRAS. 12 AL 16
Departamento	BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTIN - SAN MARTIN
Estación	-
Ubicación de conteo	JR. PROLONGACIÓN RECREO CUADRA 14
Días	LUN . DOM DEL 17 AL 23/06/2019

Cuadro N° 33: Conteo de Tráfico semanal

HORA	Auto movil	Cmta Pick Up	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E		
LUNES	45	41	48	19	0	0	17	6	0	176	13.2
MARTES	47	42	43	18	0	0	19	13	0	182	13.7
MIERCOLES	45	50	30	17	0	0	22	21	0	185	13.9
JUEVES	49	52	34	20	0	0	22	14	0	191	14.4
VIERNES	52	57	36	15	0	0	15	7	0	182	13.7
SABADO	45	54	39	22	0	0	22	21	0	203	15.3
DOMINGO	56	63	37	20	0	0	21	14	0	211	15.9
TOTAL	339	359	267	131	0	0	138	96	0	1,330	100.0
IMDs	48.4	51.3	38.1	18.7	0.0	0.0	19.7	13.7	0.0	190	
%	25.49	26.99	20.08	9.85	0.00	0.00	10.38	7.22	0.00	100.00	

Fuente: Elaboración Propia (2019)

Vi

LUNES	176
MARTES	182
MIERCOLES	185
JUEVES	191
VIERNES	182
SABADO	203
DOMINGO	211

IMDS

1,330.00
VEH/DIA

IMDA - 2019

1,246.75
VEH/DIA



Cuadro N° 38: Factores de corrección promedio para vehículos Ligeros (2000-2010)

Código	Peaje	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
		Ligeros											
P042	Moyobar	1.1783	1.1389	1.1132	1.0515	1.0335	0.9265	0.9374	0.9282	0.9683	0.9719	0.9430	0.9386

Fuente: Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública, Resolución Directoral N° 003-2011-EF/68.01, Anexo SNIP 09 V1.1 Unidades Peaje PVN

Elaboración: OGPP

Cuadro N° 39: Factores de corrección promedio para vehículos Pesados (2000-2010)

Código	Peaje	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
		Pesados											
P042	Moyobar	1.1007	0.9965	1.0160	1.0763	1.0555	0.9887	0.9907	0.9446	0.9620	0.9806	0.9642	0.9878

Fuente: Unidades Peaje PVN_ OGPP

Elaboración: OGPP



VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO ANUAL

Tramo	JR. PROLONGACIÓN RECREO CDRAS. 12 AL 16
Departamento	BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTIN - SAN MARTIN
Estación	-
Ubicación de conteo	JR. PROLONGACIÓN RECREO CUADRA 14
Días	LUN . DOM DEL 17 AL 23/06/2019

Cuadro N° 34: Cálculo del Número de repeticiones

HORA	Auto movil	Cmta Pick Up	Cmta Rural	Micro	Omnibus		Camion			TOTAL
					2E	3E	2E	3E	4E	
IMDS	339	359	267	131	0	0	138	96	0	1,330
Fe%	0.926	0.926	0.926	0.926	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	
IMDA ACTUAL	314.069	332.598	247.364	121.366	0	0	136.442	94.916	0	1,247
r = %	3.6									
n = AÑOS	20									
IMDA 2039	637.12	674.71	501.80	246.20	0.00	0.00	276.79	192.55	0.00	2,529
NUMERO DE REPETICIONES										26,376,072

Cuadro N° 35: Sumatoria de Carga total del índice medio diario anual

TIPO DE VEHICULO	IMDA	CARGA DE VEH. X EJE	EJE EQUIVALE NTE EE	F. IMDA
AUTO CAMIONET COMBI	2059.83	1	0.000527	1.085562
		1	0.000527	1.085562
B2	0.00	7	1.265367	0.000000
		10	2.211794	0.000000
B3	0.00	7	1.265367	0.000000
		16	1.260585	0.000000
C2	276.79	7	1.265367	350.23522
		10	2.211794	612.1925
C3	192.55	7	1.265367	243.641895
		16	1.260585	242.7212
C4	0.00	7	1.265367	0.000000
		21	1.05772	0.000000

Σf. IMDA **1450.96192**

Fuente: Elaboración propia (2019)



Cuadro N° 40: Factores de distribución y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Guía AASHTO 1993

DIAS DEL AÑO	365
FACTOR DIRECCIONAL (DD)	0.5
FACTOR CARRIL (DL)	0.8
TASA DE CRECIMIENTO (r %)	3.6
PERIODO DE DISEÑO (n°)	20

$$EE = (Ef \cdot IMDA) * 365 * DD * DL * \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

TOTAL DE EJES EQUIVALENTES =

6,052,716

EE



Cuadro N° 41: Tasa de crecimiento de la población por departamento

DEPARTAMENTO	AÑOS				
	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2015	2015-2020
PERU	1.70	1.60	1.50	1.30	1.20
COSTA					
Callao	2.60	2.30	2.10	1.80	
Ica	1.70	1.50	1.30	1.20	
La Libertad	1.80	1.70	1.50	1.30	
Lima	1.90	1.70	1.50	1.30	
Moquegua	1.70	1.60	1.40	1.30	
Piura	1.30	1.20	1.10	0.90	
Tacna	3.00	2.70	2.40	2.10	
Tumbes	2.80	2.60	2.30	2.00	
SIERRA					
Ancash	1.00	0.90	0.80	0.70	
Apurímac	0.90	1.00	1.00	1.00	
Arequipa	1.80	1.70	1.50	1.30	
Ayacucho	0.10	0.30	0.40	0.40	
Cajamarca	1.20	1.20	1.10	0.90	
Cusco	1.20	1.20	1.10	1.00	
Huancavelica	0.90	1.00	0.90	0.90	
Huanuco	2.00	1.80	1.70	1.60	
Junín	1.20	1.20	1.00	0.90	
Pasco	0.40	0.60	0.50	0.40	
Puno	1.20	1.20	1.10	1.00	
SELVA					
Amazonas	1.90	1.80	1.70	1.50	
Loreto	2.50	2.20	2.00	1.90	
Madre de Dios	3.30	2.90	2.60	2.30	
San Martín	3.70	3.30	2.90	2.60	2.30
Ucayali	3.70	3.30	2.90	2.50	

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI

Cuadro N° 42: Tasa Anual
 Departamental del PBI 2009/2008

Departamentos	2009/2008
PERU	0.90
Cusco	4.40
Ica	3.80
La Libertad	1.70
Ucayali	2.30
Moquegua	-1.30
Arequipa	0.20
Apurímac	5.30
Piura	2.00
San Martín	3.60
Ayacucho	11.00
Amazonas	3.50
Madre de Dios	-2.70
Cajamarca	7.10
Ancash	0.10
Tumbes	2.20
Lima	0.40
Puno	3.40
Lambayeque	3.00
Junín	-2.30
Loreto	2.20
Huánuco	0.60
Pasco	-4.80
Tacna	-1.30
Huancavelica	3.60

Fuente: INEI. Informe Técnico N°.01-
 Agosto 2010.

Link: www.inei.gob.pe

Cuadro N° 43: Criterio para la selección de la Desviación estandar total (So)

0.30	-	0.40	Pavimentos rígidos
0.40	-	0.50	Pavimentos flexibles

Se asume: So

Fuente: Guía AASHTO 1993

Cuadro N° 44: Criterio de diseño de mezclas Marshall

Método Marshall	Tráfico ligero		Tráfico medio		Tráfico pesado	
	carpeta y base		carpeta y base		carpeta y base	
Criterio de mezcla	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx
Compactación, número de golpes en cada uno de los	35		50		75	
Estabilidad, (N) (lb)	3336		5338		8006	
	750	-----	1200	-----	1800	-----
Flujo, (0.25 mm) (0.01 in)	8	18	8	16	8	14
Porcentaje de vacíos	3	5	3	5	3	5
Porcentaje de vacíos en los agregados minerales	-----					
Porcentaje de vacíos rellenos de asfalto	70	80	65	78	65	75

Fuente: Dr. Paul GarnicaAnguas, 2004

Cuadro N° 45: Coeficiente estructural capa base granular triturada

Valor CBR	Coef. Estructural (a1)
40	0.11
50	0.12
60	0.12
70	0.13
80	0.13
90	0.14
100	0.14

Cuadro N° 46: Coeficiente estructural capa subbase granular

Valor CBR	Coef. Estructural (a2)
10	0.08
20	0.09
30	0.11
40	0.12
40	0.12
60	0.13

Cuadro N° 47: Coeficiente Estructural Bases Tratadas con Asfalto

Fuentes: Guía AASHTO 1993

E. Marshall (N)	E. Marshall (N)	Coef. Estruct. (a3)
5000	510	0.33
6000	612	0.36
7000	714	0.39
8000	816	0.41
9000	918	0.43
10000	1020	0.45

VARIABLES DE DISEÑO QUE INTERVIENEN EN EL MÉTODO AASHTO-93

Para el diseño del pavimento se ha empleado el método AASHTO-93 mediante la ecuación 21, del cual se obtiene el parámetro denominado número estructural (SN) el cual es fundamental para la determinación de los espesores de las capas que conforman el pavimento las cuales son la capa asfáltica, la capa de base y la capa de subbase.

A continuación, se presenta la ecuación 21 indicando el significado de cada variable y teniendo en cuenta que estas se seleccionan de acuerdo al Número de ESAL calculada en la Página 75:

$$\text{Log}_{10}(W_{18}) = ZR S_0 + 9.36 \text{Log}_{10}(\text{SN} + 1) - 0.2 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta\text{PSI}}{4.2-1.5}\right)}{0.4 + \frac{1}{(\text{SN}+1)^{5.19}}} + 2.32 \text{Log}_{10}(\text{MR}) - 8.07 \dots\dots\dots(21)$$

Dónde: **W**: Es el número estimado de ejes equivalentes de 8.2 t. en el período de diseño. **ZR**: Es la desviación estándar normal, **S₀**: Es el error estándar combinado de la predicción del tráfico, **ΔPSI**: Es la diferencia entre índice de servicio inicial y final, **MR**: Es el módulo resiliente (en libras/pulgada²) y **SN**: Es el número estructural.

Después de obtener el valor de SN, se determina un conjunto de capas cuyos espesores (**di**) igualen o superen el número estructural calculado (SN). La ecuación 23 está en función del coeficiente estructural de la capa (**ai**) y el coeficiente de drenaje de la capa (**mi**); el cual se define como la relación empírica entre el número estructural (SN) y el espesor de la capa (**di**).

$$\text{SN} = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3 \dots\dots\dots(23)$$

El software utilizado para el diseño omite el método aleatorio necesario para el cálculo de espesores del paquete estructural del pavimento, dando valores de acuerdo al cuadro N° 48:

Cuadro N° 48: Espesores mínimos, en pulgadas en función de los Ejes Equivalentes

TRÁNSITO (ESAL´s) EN EE	CARPETAS DE ASFALTO	BASES GRANULARES
MENOS DE 50,000	1,0 o T.S.	4,0
50,001 - 150,000	2,0	4,0
150,001 - 500,000	2,5	4,0
500,001 - 2'000,000	3,0	6,0
2'000,001 - 7'000,000	3,5	6,0
Mayor de 7'000,000	4,0	6,0

T.S. = *Tratamiento Superficial*

Fuente: *Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO - 1993*



B. PAVIMENTO FLEXIBLE CONVENCIONAL

Cuadro N° 49: Diseño de Pavimento Flexible Convencional

DATOS:

ESAL DE DISEÑO	(Pág. 75)	6,052,716.00	VER CÁLCULO
CONFIABILIDAD	(Pág. 57)	90%	VER CUADRO 12
DESVIACION	(Pág. 58)	-1.282	VER CUADRO 13
SERV INICIAL (Po)	(Pág. 59)	4.00	VER CUADRO 14
SERV FINAL (Pt)	(Pág. 60)	2.50	VER CUADRO 15
DELTA PSI	(Po - Pt)	1.50	
So	(Pág. 220)	0.45	VER CUADRO 43



DATOS DE SUELO

CBR BASE (%)	(Pág. 73)	82.00	VER CUADRO 31
CBR SUBBASE (%)	(Pág. 72)	63.00	VER CUADRO 29
CBR SUBRASANTE (%)	(Pág. 69)	13.00	VER CUADRO 22
ESTAB. MARSHALL (N)	(Pág. 220)	5338.00	VER CUADRO 44

Modulo Resiliente (Psi) 13,192.1

Ecuación N° 21

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

$\log_{10}(W_{18})$

6.782

 = 6.782

NÚMERO ESTRUCTURAL

SN 3.284

CAPA DE MATERIAL	Coeficiente de Capa (a)	Coeficiente de Drenaje (m)	ESPESOR (Pulg)	Numero Estructural de Capa (SN)	ESPESOR (cm)	Numero Estructural de Capa (SN)
------------------	-------------------------	----------------------------	----------------	---------------------------------	--------------	---------------------------------

Asfalto	0.34	1	3.50	1.202	8.89	3.053
Base Granular	0.13	1	8.00	1.049	20.32	2.664
Sub Base Granular	0.13	1	13.00	1.657	33.02	4.208

SN (Calculado)	3.908	9.925
SN (Requerido)	3.872	9.835
	OK	OK

Fuente : Elaboración Propia (2019)



C. PAVIMENTO FLEXIBLE PROPUESTO – CON ADITIVO

Cuadro N° 50: Diseño de Pavimento Flexible Con Aditivo

DATOS:

ESAL DE DISEÑO	(Pág. 75)	6,052,716.00	VER CÁLCULO
CONFIABILIDAD	(Pág. 57)	90%	VER CUADRO 12
DESVIACION	(Pág. 58)	-1.282	VER CUADRO 13
SERV INICIAL (Po)	(Pág. 59)	4.00	VER CUADRO 14
SERV FINAL (Pt)	(Pág. 60)	2.50	VER CUADRO 15
DELTA PSI	(Po - Pt)	1.50	
So	(Pág. 220)	0.45	VER CUADRO 43



DATOS DE SUELO

CBR BASE (%)	(Pág. 73)	82.00	VER CUADRO 31
CBR SUBBASE (%)	(Pág. 72)	0.00	
CBR SUBRASANTE (%)	(Pág. 69)	45.00	VER CUADRO 25
ESTAB. MARSHALL (N)	(Pág. 220)	5338.00	VER CUADRO 44

Modulo Resiliente (Psi) 29,204.3

Ecuación N° 21

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

$\log_{10}(W_{18})$

6.782 = 6.782

NÚMERO ESTRUCTURAL

SN 2.818

CAPA DE MATERIAL	Coeficiente de Capa (a)	Coeficiente de Drenaje (m)	ESPESOR (Pulg)	Numero Estructural de Capa (SN)	ESPESOR (cm)	Numero Estructural de Capa (SN)
------------------	-------------------------	----------------------------	----------------	---------------------------------	--------------	---------------------------------

Asfalto	0.34	1	3.50	1.202	8.89	3.053
Base Granular	0.13	1	12.50	1.223	31.75	3.107
Sub Base Granular	-----	-----	-----	-----	-----	-----

SN (Calculado)	2.841	7.215
SN (Requerido)	2.818	7.158
	OK	OK

Fuente : Elaboración Propia (2019)



D. ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS



D-1. PAVIMENTO FLEXIBLE CONVENCIONAL



Presupuesto

Presupuesto 1001001 "PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTÍN - SAN MARTÍN; 2019"
Subpresupuesto 001 "PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTÍN - SAN MARTÍN; 2019"
Cliente MUNICIPALIDAD DISTRITAL LA BANDA DE SHILCAYO Costo al 21/06/2019
Lugar SAN MARTIN - SAN MARTIN - LA BANDA DE SHILCAYO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	PAVIMENTOS				158.66
01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				93.77
01.01.01	NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE LA SUB RASANTE	m2	1.00	93.77	93.77
01.02	PAVIMENTOS FLEXIBLES				64.89
01.02.01	PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO EN CALIENTE	m3	0.09	117.87	10.61
01.02.02	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	1.00	0.69	0.69
01.02.03	BASE GRANULAR	m3	0.24	99.65	23.92
01.02.04	SUB BASE GRANULAR	m3	0.40	74.18	29.67
	Costo Directo				158.66

SON : CIENTO CINCUENTIOCHO Y 66/100 NUEVOS SOLES



Consolidado afectado por el metrado

Presupuesto **1001001** "PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO
Subpresupuesto **001** "PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO CU/

Partida	01.01.01	(960102010112-1001001-01)	NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE LA SUB RASANTE	93.76		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO		hh	0.0003	21.59	0.01
0147010004	PEON		hh	0.0154	15.70	0.24
0.25						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.01	0.01
0348120002	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 2,000 GAL.		hm	0.0179	160.00	2.86
0349030013	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T.		hm	0.6000	150.00	90.00
0349090003	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP		hm	0.0032	200.00	0.64
93.51						

Partida	01.02.01	(901104020163-1001001-01)	PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO EN CALIENTE	10.58		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ		hh	0.0021	28.07	0.06
0147010002	OPERARIO		hh	0.0159	21.59	0.34
0147010004	PEON		hh	0.0554	15.70	0.87
1.27						
Materiales						
0253000002	PETROLEO DIESEL # 2		gln	0.1170	13.00	1.52
1.52						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.03	0.03
0349030021	RODILLO NEUMATICO AUTOP. 135 HP 9-26 TON		hm	0.0021	122.89	0.26
0349030046	RODILLO TANDEM VIB AUTOP 111-130HP 9-11T		hm	0.0021	82.26	0.17
0349040092	CARGADOR FRONTAL		hm	0.0120	180.00	2.16
0349040095	TRACTOR DE ORUGAS		hm	0.0044	200.00	0.88
0349050018	PLANTA ASFALTO EN CALIENTE		hm	0.0031	300.00	0.93
0349080004	CHANCAD PRIM.SECUND.5FAJAS 75HP 46-70 T/		hm	0.0044	300.00	1.32
0349080091	ZARANDA PORTATIL		hm	0.0044	30.00	0.13
0349130011	VOLQUETE DE 15 m3		hm	0.0044	200.00	0.88
0349250004	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 105 HP 10 - 16		hm	0.0021	128.88	0.27
0349270010	GRUPO ELECTROGENO		hm	0.0151	50.00	0.76
7.79						

Partida	01.02.02	(909701030902-1001001-01)	IMPRIMACION ASFALTICA	0.69		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ		hh	0.0018	28.07	0.05
0147010004	PEON		hh	0.0107	15.70	0.17
0.22						
Materiales						
0205010006	ARENA GRUESA ZARANDEADA		m3	0.0002	33.15	0.01
0.01						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.01	0.01
0349010002	COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM, 87 HP		hm	0.0018	67.17	0.12
0349040098	MINICARGADOR 70 HP		hm	0.0018	48.82	0.09
0349310003	CAMION IMPRIMADOR DE 1800 GLS.		hm	0.0018	133.75	0.24
0.46						



Consolidado afectado por el metrado

Presupuesto 1001001 "PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO
 Subpresupuesto 001 "PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO CU

Partida 01.02.03 (901104020153-1001001-01) **BASE GRANULAR** **23.93**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	0.0054	28.07	0.15
0147010003	OFICIAL	hh	0.0004	17.00	0.01
0147010004	PEON	hh	0.0215	15.70	0.34
					0.50
Materiales					
0205300088	BASE GRANULAR	m3	0.2880	75.00	21.60
					21.60
Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.02	0.02
0348120094	CAMION CISTERNA (AGUA) 256 HP 15 m3	hm	0.0004	150.00	0.06
0349090004	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	hm	0.0054	187.97	1.02
0349110093	RODILLO VIBRATORIO AUTOP 101 - 135 HP 10 - 12 T	hm	0.0054	135.08	0.73
					1.83

Partida 01.02.04 (901104020152-1001001-01) **SUB BASE GRANULAR** **29.67**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	0.0076	28.07	0.21
0147010003	OFICIAL	hh	0.0006	17.00	0.01
0147010004	PEON	hh	0.0302	15.70	0.47
					0.69
Materiales					
0205300087	SUBBASE GRANULAR	m3	0.4800	55.00	26.40
					26.40
Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.03	0.03
0348120094	CAMION CISTERNA (AGUA) 256 HP 15 m3	hm	0.0006	150.00	0.09
0349090004	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	hm	0.0076	187.97	1.43
0349110093	RODILLO VIBRATORIO AUTOP 101 - 135 HP 10 - 12 T	hm	0.0076	135.08	1.03
					2.58



D-2. PAVIMENTO FLEXIBLE PROPUESTO – CON ADITIVO



Presupuesto

Presupuesto **1001002** "PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTÍN - SAN MARTÍN; 2019"

Subpresupuesto **001** "PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO CUADRAS DEL 12 AL 16, BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTÍN - SAN MARTÍN; 2019"

Cliente **MUNICIPALIDAD DISTRITAL LA BANDA DE SHILCAYO** Costo al **21/06/2019**

Lugar **SAN MARTIN - SAN MARTIN - LA BANDA DE SHILCAYO**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	PAVIMENTOS				62.61
01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				13.08
01.01.01	ESCARIFICADO DE SUBRASANTE E=0.20 m, CON ESTABILIZADOR MEGASOIL	m2	1.00	13.08	13.08
01.02	PAVIMENTOS FLEXIBLES				49.53
01.02.01	PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO EN CALIENTE	m3	0.09	117.00	10.53
01.02.02	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	1.00	0.84	0.84
01.02.03	BASE GRANULAR	m3	0.38	100.43	38.16
	Costo Directo				62.61

SON : SESENTIDOS Y 61/100 NUEVOS SOLES



Consolidado afectado por el metrado

Presupuesto **1001002** "PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO
Subpresupuesto **001** "PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO CU"

Partida **01.01.01** (901102010120-1001002-01) **ESCARIFICADO DE SUBRASANTE E=0.20 m, CON ESTABILIZADOR MEGASOIL** **13.08**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	0.0053	20.97	0.11
0147010004	PEON	hh	0.0197	15.30	0.30
					0.41
Materiales					
0201000014	ESTABILIZADOR MEGASOIL	kg	0.1130	70.00	7.91
					7.91
Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.01	0.01
0348120002	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 2,000 GAL.	hm	0.0179	160.00	2.86
0348220006	BOMBA MOCHILA ESPARCIDORA DE ADITIVO	hm	0.0053	5.00	0.03
0349030013	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T.	hm	0.0053	150.00	0.80
0349090003	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP	hm	0.0053	200.00	1.06
					4.76

Partida **01.02.01** (901104020163-1001002-01) **PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO EN CALIENTE** **10.50**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	0.0021	28.07	0.06
0147010002	OPERARIO	hh	0.0159	20.97	0.33
0147010004	PEON	hh	0.0554	15.30	0.85
					1.24
Materiales					
0253000002	PETROLEO DIESEL #2	gln	0.1170	13.00	1.52
					1.52
Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.03	0.03
0349030021	RODILLO NEUMATICO AUTOP. 135 HP 9-26 TON	hm	0.0021	139.00	0.29
0349030046	RODILLO TANDEM VIB.AUTOP 111-130HP 9-11T	hm	0.0021	203.00	0.43
0349040092	CARGADOR FRONTAL	hm	0.0120	150.00	1.80
0349040095	TRACTOR DE ORUGAS	hm	0.0044	200.00	0.88
0349050018	PLANTA ASFALTO EN CALIENTE	hm	0.0031	300.00	0.93
0349080004	CHANCAD.PRIM.SECUND.5FAJAS 75HP 46-70 T/	hm	0.0044	300.00	1.32
0349080091	ZARANDA PORTATIL	hm	0.0044	30.00	0.13
0349130011	VOLQUETE DE 15 m3	hm	0.0044	200.00	0.88
0349250004	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 105 HP 10 - 16	hm	0.0021	138.00	0.29
0349270010	GRUPO ELECTROGENO	hm	0.0151	50.00	0.76
					7.74

Partida **01.02.02** (909701030902-1001002-01) **IMPRIMACION ASFALTICA** **0.84**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	0.0018	28.07	0.05
0147010004	PEON	hh	0.0107	15.30	0.16
					0.21
Materiales					
0205010006	ARENA GRUESA ZARANDEADA	m3	0.0002	50.00	0.01
					0.01
Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.01	0.01
0349010002	COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM, 87 HP	hm	0.0018	77.49	0.14
0349040098	MINICARGADOR 70 HP	hm	0.0018	87.00	0.16
0349310003	CAMION IMPRIMADOR DE 1800 GLS.	hm	0.0018	171.00	0.31
					0.62

Consolidado afectado por el metrado

Presupuesto 1001002 "PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO

Subpresupuesto 001 "PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON SUBRASANTE MEJORADA CON ADITIVO, PROLONGACIÓN RECREO CU

Partida 01.02.03 (901104020153-1001002-01) BASE GRANULAR **38.16**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
0147010001	CAPATAZ	hh	0.0085	28.07	0.24
0147010003	OFICIAL	hh	0.0006	17.00	0.01
0147010004	PEON	hh	0.0340	15.30	0.52
					0.77
Materiales					
0205300088	BASE GRANULAR	m3	0.4560	75.00	34.20
					34.20
Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.04	0.04
0348120094	CAMION CISTERNA (AGUA) 256 HP 15 m3	hm	0.0006	155.00	0.09
0349090004	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	hm	0.0085	208.00	1.77
0349110093	RODILLO VIBRATORIO AUTOP 101 - 135 HP 10 - 12 T	hm	0.0085	152.00	1.29
					3.19

6.2. Matriz De Consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Indicadores (x,y)	Índices	Tipo de Investigación
General	General	General	Independiente			
¿Es posible diseñar un pavimento flexible con subrasante mejorada con aditivo en la Prolongación del Jirón Recreo cuadras del 12 al 16, Banda de Shilcayo, San Martín, San Martín, 2019?	Diseñar un pavimento flexible con subrasante mejorada con aditivo en la Prolongación del Jirón Recreo cuadras del 12 al 16, Banda de Shilcayo, San Martín, San Martín, 2019.	Hi Es posible diseñar un pavimento flexible con subrasante mejorada con aditivo en la Prolongación del Jirón Recreo cuadras del 12 al 16, Banda de Shilcayo, San Martín, San Martín, 2019.	X: Aditivo MEGASOIL	Análisis de la cantidad ideal para alcanzar un CBR mínimo en la subrasante para materiales de sub base (Fuente: BituPer SAC 2018)	1.1 CBR optimo con 0.70 g de aditivo. 1.2 CBR optimo con 0.90 g de aditivo. 1.3 CBR optimo con 1.10 g de aditivo. 1.4 CBR optimo con 1.13 g de aditivo.	Aplicada Metodología Cuantitativa

Específicos	Específicos	Específicos	Dependiente			Diseño de Investigación
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Es posible alcanzar con el aditivo las características de una sub base en función del CBR al suelo arcilloso de la subrasante en la Prolongación del Jirón Recreo cuadras del 12 al 16, Banda de Shilcayo, San Martín, San Martín, 2019? • ¿Es posible evaluar la estructura del pavimento flexible omitiendo la sub base al tener una subrasante mejorada en la Prolongación del Jirón Recreo cuadras del 12 al 16, Banda de Shilcayo, San Martín, San Martín, 2019? 	<ul style="list-style-type: none"> • Alcanzar con el aditivo las características de una sub base en función del CBR al suelo arcilloso de la subrasante en Prolongación Recreo cuadras del 12 al 16, Banda de Shilcayo, San Martín, San Martín, 2019. • Evaluar la estructura del pavimento flexible omitiendo la sub base al tener una subrasante mejorada en la Prolongación del Jirón Recreo cuadras del 12 al 16, Banda de Shilcayo, San Martín, San Martín, 2019. 	<p>Hi</p> <p>Es posible alcanzar con el aditivo las características de una sub base en función del CBR al suelo arcilloso de la subrasante en Prolongación Recreo cuadras del 12 al 16, Banda de Shilcayo, San Martín, San Martín, 2019.</p> <p>Hii</p> <p>Es posible evaluar la estructura del pavimento flexible omitiendo la sub base al tener una subrasante mejorada en la Prolongación del Jirón Recreo cuadras del 12 al 16, Banda de Shilcayo, San Martín, San Martín, 2019.</p>	<p>Y:</p> <p><i>Subrasante de Prolongación Recreo cuadras del 12 al 16</i></p>	<p>Categoría de la subrasante según su CBR (Fuente: MTC “Manual de Carreteras” – Versión 2014)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Inadecuada CBR<3%. - Insuficiente 3%≤CBR<6% - Regular 6%≤CBR<10% - Buena 10%≤CBR<20% - Muy Buena 20%≤CBR<30% - Excelente CBR≥30%. 	<p>Experimental</p>

6.3. Matriz De Operacionalización De Variables

VARIABLE		DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
INDEPENDIENTE	<i>Aditivo MEGASOIL</i>	Es un producto polimérico estabilizador de suelos de alto desempeño usado en la construcción y mantenimiento de vías públicas y privadas, acceso a centros mineros, estacionamientos, terraplenes, etc. (Fuente BITUPER SAC)	MEGASOIL incrementa notablemente el CBR de casi cualquier tipo de suelo, por lo que su uso resulta extremadamente económico, ya que no es necesario transportar a la obra grava u otros materiales de préstamo que incrementan considerablemente el costo de ejecución. (BITUPER SAC). Por lo que se evaluará mediante ensayos el porcentaje óptimo para su función requerida. (Elaboración Propia – 2019)	Cantidad óptima para alcanzar el CBR requerido.	Análisis de la cantidad ideal para alcanzar un CBR óptimo en la subrasante.
DEPENDIENTE	<i>Subrasante de Prolongación Recreo cuadras del 12 al 16.</i>	Es una parte esencial en el diseño de pavimentos. Tiene la particularidad de otorgar la respuesta estructural y el comportamiento del pavimento en construcción y operación. (Fuente ICPC)	El espesor que deberá tener un pavimento, sea este flexible o rígido; Dependerá directamente de la calidad de la subrasante, y teniendo como parámetro la capacidad de soporte a la deformación por esfuerzo cortante bajo las cargas del tránsito, se busca incrementar notablemente la resistencia de esta capa en comparativa de la sub base en función del CBR. (Elaboración Propia – 2019)	Tipo de suelo de la subrasante según su CBR	Análisis del tipo de suelo de la subrasante de acuerdo a su valor de rango en el ensayo de CBR.

6.4. Panel Fotográfico

Foto N° 01: Ubicación del tramo de estudio y ubicación de calicatas

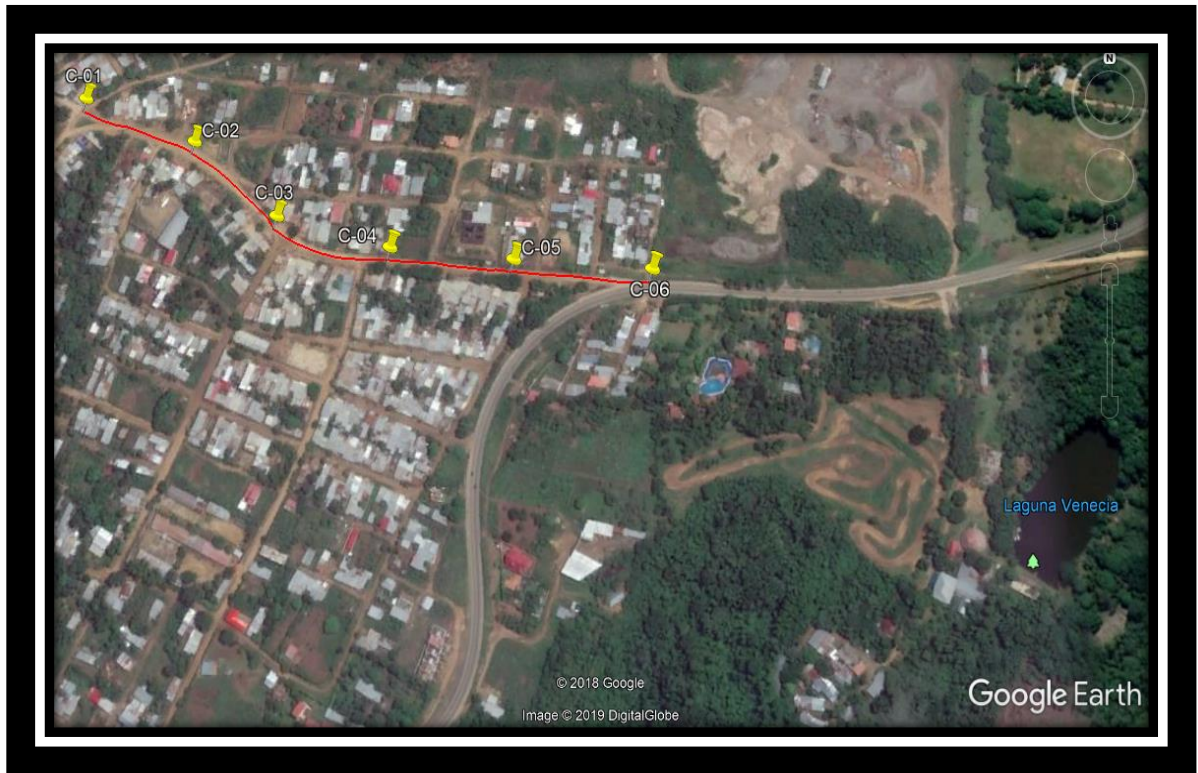


Foto N° 02: Calicata N° 01



Foto N° 03: Calicata N° 02



Foto N° 04: Calicata N° 03



Foto N° 05: Calicata N° 04



Foto N° 06: Calicata N° 05



Foto N° 07: Calicata N° 06

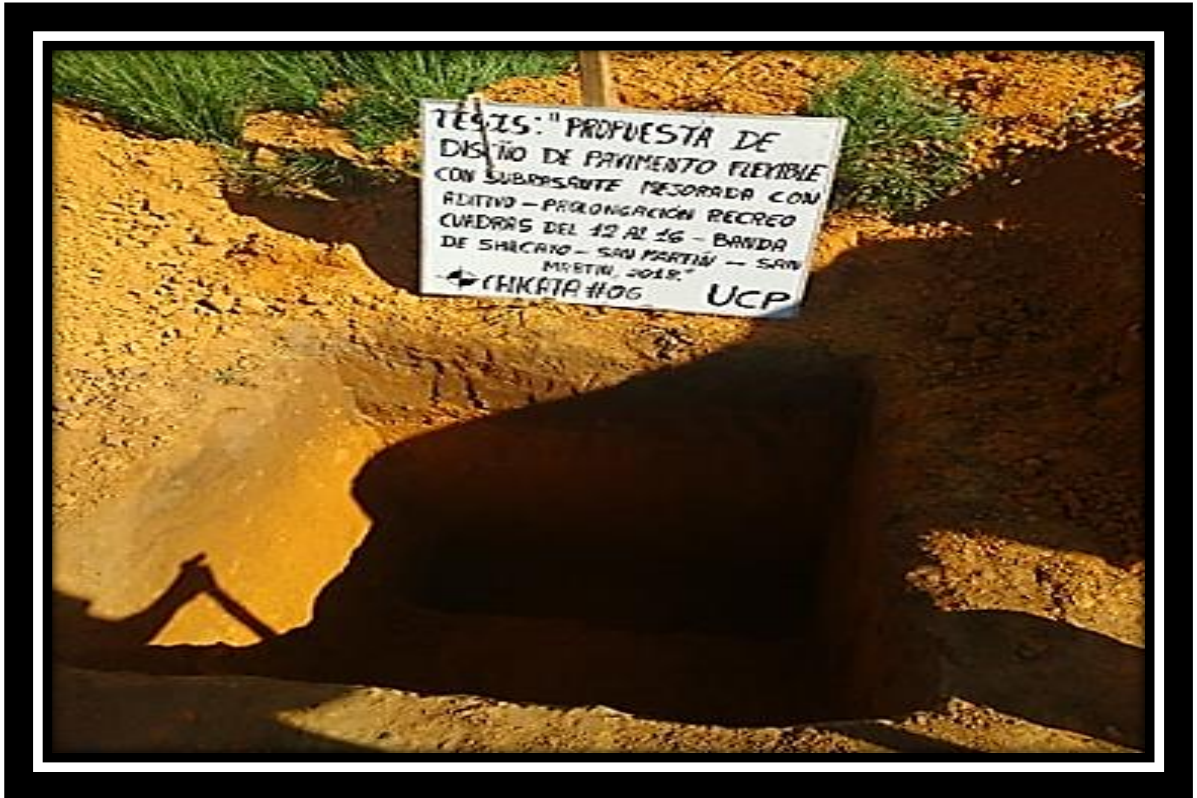


Foto N° 08: Muestras de suelo para su clasificación



Foto N° 09: Equipos y materiales para ensayo de granulometría



Foto N° 10: Lavado de la muestra



Foto N° 11: Equipos y materiales para ensayo de contenido de humedad



Foto N° 12: Muestra usada para el ensayo de contenido de humedad



Foto N° 13: Secado de la muestra



Foto N° 14: Pesado de la muestra después del secado



Foto N° 15: Equipos y materiales para ensayo de limite liquido



Foto N° 16: determinando el número de golpes en el aparato de Casagrande



Foto N° 17: Muestra enrollada aproximadamente al espesor requerido



Foto N° 18: Secado de la muestra



Foto N° 19: Muestra pesada después del secado



Foto N° 20: Equipos y materiales para ensayo de proctor modificado



Foto N° 24: Cuarteando y mezclando la muestra a utilizar en el ensayo



Foto N° 25: Aditivo estabilizador Megasoil a utilizar



Foto N° 26: Pesando el aditivo necesario para mezclar con la muestra



Foto N° 27: Realizando el N° de golpes respectivos del ensayo de proctor



Foto N° 28: Equipos y materiales para ensayo de CBR



Foto N° 29: Muestra saturada y con su respectiva medida de expansión



Foto N° 30: Muestra sometida a la carga de acuerdo al ensayo



Foto N° 31: Muestras después de haber sido sometido a la compresión



Foto N° 32: Muestras extraídas para las capas de Base y Sub Base Granular



Foto N° 33: Materiales y equipos para ensayo de CBR de Base y Sub Base Granular



Foto N° 34: Muestra de Base granular sometida a penetración de carga de acuerdo al requerimiento de ensayo

