UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

"CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE LOS BANCOS DE MATERIALES MEDIANTE LAS PRUEBAS AASHTO Y PORTER".

TESIS PROFESIONAL

que para obtener el grado de:

INGENIERO CIVIL

Presenta:

PEDRO GUSTAVO MARTÍNEZ ORTIZ

Asesor: M.I. FELIPE DE JESÚS JERÓNIMO RODRÍGUEZ

Co-Asesor: ING. JOSÉ ALFREDO ZAMORA GARCÍA

Morelia Michoacán
Enero del 2015

AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Por darme la vida, por darme la fuerza y el coraje para hacer mi sueño realidad de culminar este proyecto y siempre poner en mí camino a personas maravillosas y darme la bendición más grande que es mi familia.

A Mis Padres: MAURILIO MARTINEZ HERNANDEZ y MA. TERESA ORTIZ BARRAGAN

A quienes agradezco por todo su amor, cariño y comprensión. Gracias por brindarme la oportunidad de estudiar y realizar uno mis sueños. Gracias por ser los mejores padres del mundo.

A mis Hermanos: LIC. BRENDA NAYELI MARTÍNEZ ORTIZ,

TERESA DE JESÚS MARTÍNEZ ORTIZ Y FELICITAS KARINA MARTÍNEZ ORTIZ.

Gracias por darme toda su confianza, respeto y estar siempre dispuestos apoyarme en todo momento. Los mejores momentos de mi vida los he pasado su lado. Gracias por quererme tal y como soy.

A mis Abuelita: OTILIA HERNANDEZ ESQUIVEL.

Gracias por darme todo su apoyo y por estar siempre al pendiente de mis estudios.

A mis Primos: Aurora Andrade Ortiz, Salvador Andrade Ortiz, José Soto Díaz, Jorge Soto Díaz, Martín Martínez Reyes, Joel Martínez Soto, Angélica Andrade Ortiz.

Por su apoyo en todo momento durante mi época de estudiante.

A mis Tíos (a): Martin Martínez, Luis Manuel Martínez, Joel Martínez, Elena Martínez, Margarita Martínez, María Eugenia Martínez, Graciela Martínez.

Por su apoyo en todo momento durante mi época de estudiante.

A mis Amigos: WILLIANS MORQUECHO SANTOS, EDUARDO GARFÍAS MARÍN, ROBERTO ESPINOZA, JUAN GARCÍA, MARCO AGUILAR.

Por brindarme su amistad en todo momento, por quererme y apoyarme.

A mis Amigos de laboratorio: Tec. Jaime Guadalupe Chora, M.E. Tarsicio Domínguez, M.I. Alberto Núñez, Ing. José Alfredo Zamora, Ing. Pablo García, Tec. Israel Bocanegra, Ing. Guillermo.

Por brindarme su amistad en todo momento, por quererme y apoyarme.

A mi asesor de Tesis:

M.I. Felipe de Jesús Jerónimo Rodríguez.

Por su paciencia y dedicación durante el tiempo que realice la tesis.

A la sección de Mecánica de Suelos:

M.I. CINDY LARA GOMÉZ.

Sria. Carmelita, Sra. Dionisia.

Por apoyarme en todo y por la atención presta en el tiempo que realice mi servicio social y durante la tesis.

ÍNDICE

Contenido

1.- INTRODUCCIÓN 11
1.1.- INTRODUCCIÓN: 12
1.2.- OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN. 14
1.3.- OBJETIVOS GENERALES. 15
1.4.- ANTECEDENTES: 16
2.- MARCO TEORÍCO 19
2.1.- GRANULOMETRIA MATERIALES COMPACTABLES. 20
2.2.- CLASIFICACION DE FRAGMENTOS DE ROCA Y SUELOS 27
2.3.- LIMITES DE CONSISTENCIA. 31
2.4.- DENSIDAD RELATIVA Y ABSORCION. 36
2.5.- COMPACTACION AASHTO. 39
2.6.- VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR) 43
2.7.- COMPACTACION PORTER. 47
2.8.- VALOR RELATIVO DE SOPORTE (VRS). 53
2.9.- EQUIVALENTE DE ARENAS DE MATERIALES PETREOS PARA MEZCLAS ASFALTICAS. 57
2.10.- DESGASTE MEDIANTE LA PRUEBA DE LOS ANGELES DE MATERIALES PETREOS PARA MEZCLAS ASFALTICAS. 62
2.11.- PARTICULAS ALARGADAS Y PARTICULAS LAJEADAS DE MATERIALES PETREOS PARA MEZCLAS ASFALTICAS. 65
2.12.- MATERIALES PARA BASE HIDRAULICA. 67
2.13.- MATERIALES PARA SUBBASES. 76
3.- PRUEBAS DE LABORATORIO. 81
3.1.- BANCO DE MATERIALES PETREOS EL HUNGARO 82
3.1.1.- GRANULOMETRIA DE LOS MATERIALES. 83
3.1.2.- LIMITES DE CONSISTENCIA. 84
3.1.3.- DENSIDAD DE SOLIDOS. 84
3.1.4.- COMPACTACION AASHTO. 85
3.1.5.- VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR). 86

3.1.6.- COMPACTACION PORTER.....86
3.1.7.- VALOR RELATIVO DE SOPORTE (VRS).....86
3.1.8.- EQUIVALENTE DE ARENAS.....87
3.1.9.- DESGASTE DE LOS ANGELES.....87
3.1.10.- PARTICULAS ALARGADAS Y PARTICULAS LAJEADAS.....88
3.2.- BANCO DE MATERIALES PETREOS EL HUNGARO.....88
3.2.1.- GRANULOMETRIA DE LOS MATERIALES.....88
3.2.2.- LIMITES DE CONSISTENCIA.....89
3.2.3.- DENSIDAD DE SOLIDOS.....90
3.2.4.- COMPACTACION AASHTO.....90
3.2.5.- VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR).....91
3.2.6.- COMPACTACION PORTER.....91
3.2.7.- VALOR RELATIVO DE SOPORTE (VRS).....92
3.2.8.- EQUIVALENTE DE ARENAS.....92
3.2.9.- DESGASTE DE LOS ANGELES.....92
3.2.10.- PARTICULAS ALARGADAS Y PARTICULAS LAJEADAS.....93
3.3.- BANCO DE MATERIALES PETROS "SAN JUAN DE LOS PLATANOS.....93
3.3.1.- GRANULOMETRIA DE LOS MATERIALES.....94
3.3.2.- LIMITES DE CONSISTENCIA.....95
3.3.3.- DENSIDAD DE SOLIDOS.....95
3.3.4.- COMPACTACION AASHTO.....96
3.3.5.- VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR).....96
3.3.6.- COMPACTACION PORTER.....96
3.3.7.- VALOR RELATIVO DE SOPORTE (VRS).....97
3.3.8.- EQUIVALENTE DE ARENAS.....97
3.3.9.- DESGASTE DE LOS ANGELES.....97
3.3.10.- PARTICULAS ALARGADAS Y PARTICULAS LAJEADAS.....98
3.4.- BANCO DE MATERIALES PETREOS SAN JUAN DE LOS PLATANOS.....98
3.4.1.- GRANULOMETRIAS DE MATERIALES.....99
3.4.2.- LIMITES DE CONSISTENCIA.....100
3.4.3.- DENSIDAD DE SOLIDOS.....100

3.4.4.- COMPACTACION AASHTO. 101
3.4.5.- VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR). 102
3.4.6.- COMPACTACION PORTER. 102
3.4.7.- VALOR RELATIVO DE SOPORTE. 102
3.4.8.- EQUIVALENTE DE ARENAS. 103
3.5.- BANCO DE MATERIALES PETREOS EL GUAYABAL. 103
3.5.1.- GRANULOMETRIA DE MATERIALES. 104
3.5.2.- LIMITES DE CONSISTENCIA. 105
3.5.3.- DENSIDAD DE SOLIDOS. 105
3.5.4.- COMPACTACION AASHTO. 106
3.5.5.- VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR) 107
3.5.6.- COMPACTACION PORTER. 107
3.5.7.- VALOR RELATIVO DE SOPORTE (VRS). 108
3.5.8.- EQUIVALENTE DE ARENAS. 108
3.5.9.- DESGASTE DE LOS ANGELES. 108
3.5.10.- PARTICULAS ALARGADAS Y PARTICULAS LAJEADAS. 109
3.6.- BANCO DE MATERIALES PETREOS EL GUAYABAL. 109
3.6.1.- GRANULOMETRIA DE MATERIALES. 109
3.6.2.- LIMITES DE CONSISTENCIA. 110
3.6.3.- DENSIDAD DE SOLIDOS. 110
3.6.4.- COMPACTACION AASHTO. 111
3.6.5.- VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR). 112
3.6.6.- COMPACTACION PORTER. 112
3.6.7.- VALOR RELATIVO DE SOPORTE (VRS). 113
3.6.8.- EQUIVALENTE DE ARENAS. 113
3.6.9.- DESGASTE DE LOS ANGELES. 113
3.6.10.- PARTICULAS ALARGADAS Y PARTICULAS LAJEADAS. 113
3.7.- BANCO DE MATERIALES PETREOS MILPILLAS. 114
3.7.1.- GRANULOMETRIA DE MATERIALES. 115
3.7.2.- LIMITES DE CONSISTENCIA. 115
3.7.3.- DENSIDAD DE SOLIDOS. 116

3.7.4.- CONPACTACION AASHTO. 116
3.7.5.- VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR). 117
3.7.6.- COMPACTACION PORTER. 117
3.7.7.- VALOR RELATIVO DE SOPORTE (CVR). 118
3.7.8.- EQUIVALENTE DE ARENAS. 118
3.7.9.- DESGASTE DE LOS ANGELES. 119
3.7.10.- PARTICULAS ALARGADAS Y PARTICULAS LAJEADAS. 119
3.8.- BANCO DE MATERIALES PETREOS "LA PAJA" 119
3.8.1.- GRANULOMETRIA DE MATERIALES. 120
3.8.2.- LIMITES DE CONSISTENCIA. 121
3.8.3.- DENSIDAD DE SOLIDOS. 121
3.8.4.- COMPACTACION AASHTO. 122
3.8.5.- VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR). 123
3.8.6.- COMPACTACION PORTER. 123
3.8.7.- VALOR RELATIVO DE SOPORTE (VRS). 124
3.8.8.- EQUIVALENTE DE ARENAS. 124
4.- ANALISIS DE RESULTADOS. 125
4.1.- ANALISIS, BANCO DE MATERIALES PETREOS EL HUNGARO MUESTRA 1. 126
4.1.1.- ANALISIS FINAL DEL BANCO HUNGARO M-1 127
4.2.- ANALISIS, BANCO DE MATERIALES PETREOS EL HUNGARO MUESTRA 2. 128
4.2.1.- ANALISIS FINAL BANCO EL HUNGARO M-2 129
4.3.- ANALISIS, BANCO DE MATERIALES PETREOS SAN JUAN MUESTRA 1. 131
4.3.1.- ANALISIS FINAL BANCO SAN JUAN M-1 132
4.4.- ANALISIS, BANCO DE MATERIALES PETREOS SAN JUAN MUESTRA 2. 133
4.4.1.- ANALISIS FINAL BANCO SAN JUAN M-2 134
4.5.- ANALISIS, BANCO DE MATERIALES PETREOS EL GUAYABAL MUESTRA 1. 136
4.5.1.- ANALISIS FINAL BANCO GUAYABAL M-1 137
4.6.- ANALISIS, BANCO DE MATERIALES PETREOS EL GUAYABAL MUESTRA 2. 139
4.6.1.- ANALISIS FINAL BANCO GUAYABAL M-2 140
4.7.- ANALISIS, BANCO DE MATERIALES PETREOS MILPILLAS. 141
4.7.1.- ANALISIS FINAL BANCO MILPILLAS 143

4.8.- ANALISIS, BANCO DE MATERIALES PETREOS LA PAJA. 144
4.8.1.- ANALISIS FINAL BANCO LA PAJA. 145
5.- CONCLUSIONES. 146
6.- BIBLIOGRAFÍA 146

RESUMEN INTODUCCION.

Uno de los costos más importantes en la construcción y mantenimiento de vías terrestres corresponde a los materiales, como son la roca, grava y arena por lo que su localización y selección se convierte en uno de los problemas básicos del ingeniero civil. La experiencia diaria enseña que, si se da a estas tareas la debida importancia, podrá localizarse depósitos de materiales apropiados cerca del lugar de su utilización, abatiendo los costos de transportación que suelen ser los que más afectan los totales.

Cada obra que se construye conlleva una gran responsabilidad para todo ingeniero civil que la realiza, por eso debemos tener conocimiento de todos los materiales con los que es construida dicha obra, los estudios de mecánica de suelo juegan un papel muy importante en toda construcción.

En este trabajo se realizara tanto la caracterización de los materiales así como la comparativa de las pruebas “PORTER-VRS” y “AASHTO-CRB”, para conocer el método de compactación más adecuado, ya que el que utilizamos actualmente es el segundo método, por presentar un procedimiento de prueba más representativo a la obra, tanto para encontrar el peso volumétrico seco suelto y la humedad optima a la cual es compactado en con mayor eficiencia.

Los estudios fueron realizados en el laboratorio de materiales “Ing. Luis Silva Ruelas” de la UMSNH en el área de Mecánica de Suelos.

UMMARY Intoduction.

One of the major costs in the construction and maintenance of roads corresponds to materials, such as rock, gravel and sand so its location and selection becomes one of the basic problems of civil engineer. Daily experience shows that, if given to these tasks due importance, deposits will be found suitable materials near the place of use, killing transportation costs which are often the most affecting total.

Each piece is constructed comes great responsibility for all civil engineer who performs, so we must be aware of all the materials from which it is constructed such work, studies of soil mechanics play an important role throughout construction.

In this work both material characterization and comparative of "PORTER-VRS" and "AASHTO-CRB" tests were carried out, to determine the most appropriate method of

compaction, since we use is currently the second method, to present a more representative to the work test procedure, both to find the loose dry density and optimum moisture which is compacted more efficiently.

The studies were performed in the laboratory of materials "Ing. Luis Silva Ruelas "UMSNH in the field of soil mechanics.

1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- INTRODUCCIÓN:

Uno de los costos más importantes en la construcción y mantenimiento de vías terrestres corresponde a los materiales, como son la roca, grava y arena por lo que su localización y selección se convierte en uno de los problemas básicos del ingeniero civil. La experiencia diaria enseña que, si se da a estas tareas la debida importancia, podrá localizarse depósitos de materiales apropiados cerca del lugar de su utilización, abatiendo los costos de transportación que suelen ser los que más afectan los totales.

Cada obra que se construye conlleva una gran responsabilidad para todo ingeniero civil que la realiza, por eso debemos tener conocimiento de todos los materiales con los que es construida dicha obra, los estudios de mecánica de suelo juegan un papel muy importante en toda construcción ya que si se construye sobre una superficie inadecuada o se emplean los materiales equivocados, por no tener la información adecuada sobre la zona o sobre los materiales la construcción puede sufrir daños irreparables, así como muchos problemas para el constructor que en este caso somos los ingenieros.

El conocimiento de las características de los bancos de materiales pétreos en el estado de Michoacán no es la más adecuada ya que no se cuenta con la información suficiente, ni la caracterización de todos los bancos explotables en el estado.

La caracterización de los bancos de materiales es algo muy importante ya que eso nos lleva a tener el conocimiento de las características de los materiales y su posible utilización para la construcción, tanto para vías terrestres como para la utilización de agregado para concreto hidráulico.

En la región del valle de tierra caliente se cuenta con muchos bancos de materiales tanto explotados actualmente como explotables de los cuales no se cuenta con la información suficiente o no existe ninguna información de estos bancos, en este trabajo de tesis se analizaran distintos bancos de esta región los cuales se encuentran ubicados en los municipios de Apatzingán y Buenavista Tomatlán, los nombres de estos bancos son: “el Húngaro” ubicado

en Apatzingán, Banco “San Juan” ubicado en el poblado de San Juan de los Plátanos, Mpio. De Apatzingán, el banco “Guayabal” ubicado en la población del Guayabal, Mpio. De Buenavista, el banco “Milpillas” ubicado en las cercanías de la población del Tex Cálame perteneciente al Mpio. De Buenavista y por último el banco “La Paja” el cual esta cercas de la población de Ojo de Agua la cual pertenece a Mpio. De Buenavista.

A estos bancos de materiales se les realizara las pruebas indicadas en las norma del IMT las cuales se describen en dicho manual, estas pruebas son aplicadas para tener conocimiento si los materiales con los que cuentan estos bancos puedes ser utilizados en “BASE HIDRÁULICA” o en su defecto como una “subbase” dichas capaz las encontramos en el cuerpo de una carretera.

En este trabajo se realizara tanto la caracterización de los materiales así como la comparativa de las pruebas “PORTER-VRS” y “AASHTO-CRB”, para conocer el método de compactación más adecuado, ya que el que utilizamos actualmente es el segundo método, por presentar un procedimiento de prueba más representativo a la obra, tanto para encontrar el peso volumétrico seco suelto y la humedad optima a la cual es compactado en con mayor eficiencia.

Los estudios fueron realizados en el laboratorio de materiales “Ing. Luis Silva Ruelas” de la UMSNH en el área de Mecánica de Suelos.

1.2.- OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN.

El objetivo de esta tesis es conocer las características de los 8 materiales muestreados, en los 5 bancos de materiales de la región del valle de la tierra caliente los cuales los encontramos en los municipios de Apatzingán y Buenavista Tomatlán, del estado de Michoacán, a los cuales se aplicaron todas las pruebas mencionadas en el reglamento del IMT para conocer si eran aptos para ser empleados en las capas del cuerpo de una carretera dichas capas son: “BASE HIDRÁULICA” o “SUBBASES”.

Así como tener información sobre dos bancos de materiales los cuales no se tiene ninguna referencia de los materiales que se encuentran en ellos y no son explotados, aunque cuentan con una gran cantidad de material, que sería útil si estos tuvieran la calidad adecuada, estos bancos están ubicados en el municipio de Buenavista y llevan el nombre de “Milpillas” y “La Paja”.

También se realizó una comparativa entre las pruebas “PORTER-VRS” y la prueba americana “AASHTO-CBR”, ya que hace algunos años tanto las normas de “base hidráulica” y “Subbases” incorporaban la prueba PORTER, la cual es una prueba de compactación estática, que nos permite determinar el peso volumétrico seco máximo y contenido de humedad optimo a la cual se compactan los materiales, esta prueba ha venido quedando en el olvido ya que el método que se utiliza no es representativo ya que determina estos parámetro con base en la apreciación del operador, el cual consiste que al aplicarle la carga de compactación aprox. de 27 toneladas y dejarla cargando durante un minuto se humedezca la base del molde, mientras que la prueba AASHTO es una prueba de compactación dinámica, lo cual se hace realmente al compactar un material en obra esta prueba se realiza mediante tanteos y determinando un curva, graficando los puntos de cada tanteo dichos puntos los obtenemos al irle agregando una cantidad de agua mayor a una muestra de material de peso conocido.

1.3.- OBJETIVOS GENERALES.

Tener una mayor información de la que se cuenta de los bancos de materiales de tierra caliente, la cual es muy poca y en algunos de los casos no se tiene ninguna información, para que de esa manera cuando tengamos que construir o restaurar una carretera en esa región. Los constructores ya cuenten con la información necesaria de calidad de los bancos de materiales de esa región y así se construyan de una mejor calidad, seleccionando el banco más adecuado para la colocación de la capa deseada. Esta información será ofrecida a cada uno de los propietarios de los bancos de materiales que están siendo estudiados para que de esa manera puedan asegurarles a sus clientes que cuentan con los estudios de calidad del banco y que realmente tienen material de buena calidad o materiales para ser utilizados en distintas capas de una carretera.

1.4.- ANTECEDENTES:

Buenavista Tomatlán: Es la cabecera del municipio de Buenavista y conforma unos de los 113 municipios del estado de Michoacán.

Ubicación del Municipio de Buenavista en el Estado de Michoacán llamada Tierra Caliente Mexicana El origen del vocablo “Tomatlán”, que acompaña el nombre de Buenavista. Tomatlán procede del náhuatl “tomatl”, que significa “tomate” y la terminación “tlán”, significa “lugar”, por lo que Tomatlán significa “lugar o valle de los tomates” y le pusieron así los aztecas por la abundancia de esa frutilla silvestre que se daba en estos lugares.

UBICACIÓN BANCO DE MATERIALES PETREOS EL GUAYABAL.

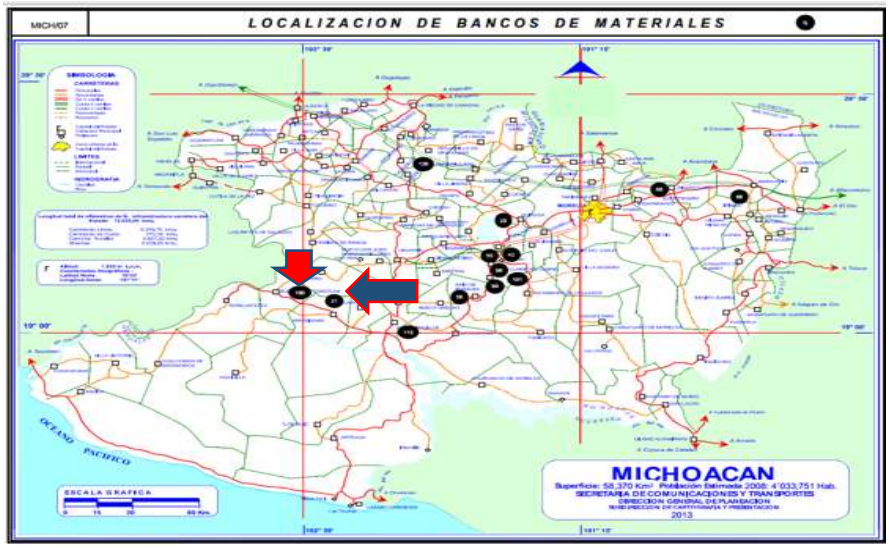
CARRETERA: PERIBAN – BUENA VISTA

BCO. NUM.	NOMBRE	KILOMETRO	DESVIACION	FECHA ESTUDIO	FECHA DE ACT.	TIPO PROP.	TIPO MATERIAL	TRATA-MIENTO	VOLUMEN X 1000 m^3	ESPESOR DESPALME (m)	USOS PROB.	USO EXPL.	RESTRICC. ECOLOG.	ASPEC. ECONOM.
0060	PERIBAN	004+300	D-00500	NOV-95	JUL-13	PART.	TEZONTLE	TPC	0095	01.5	1-2-5	NR.	NO EXISTEN	REC.
0137	GUAYABAL	037+500	D-00050	JUL-13	JUL-13	PART.	TEZONTLE	TPC	0080	00.5	1-2-5	NR.	NO EXISTEN	REC.

Apatzingán de la Constitución: Es una ciudad mexicana ubicada en el estado de Michoacán de Ocampo. Es cabecera del Municipio de Apatzingán y se localiza en la Tierra Caliente del Estado, es la ciudad más grande de esa región con 99 010 habitantes en 2010 superando a Nueva Italia con 32,467 también en Michoacán y a Ciudad Altamirano con 25,168 en el Estado de Guerrero.

En Apatzingán se firmó la primera Constitución Mexicana y de América Latina siendo el 22 de octubre de 1814, por don José María Morelos y Pavón.

La palabra Apatzingán proviene del idioma Azteca y los etimologistas le atribuyen diversos significados: unos dicen que se forma de palabra aptztli que significa lebrillo y tinzco, detrás o a la espalda y la terminación gán, por can que quiere decir, lugar de. Según otras personas Apatzingán quiere decir lugar pequeño donde se exprime ropa, y se forma de apatzca, exprimir ropa mojada; tzinco, que en azteca significa disminución y can lugar de. El Lic. Cecilio A. Róbelo autoridad en aztequismos, dice que significa lugar de cañitas y se forma de la palabra apantzintl. Peñafiel dice que significa Apatztli: "Comadreja" y Can que significa "Lugar de": “lugar de comadrejas".



UBICACIÓN DEL LOS BANCOS DE MATERIALES PETREOS SAN JUAN Y HUNGARO

CARRETERA: QUIROGA – TEPALCATEPEC														
0020	TZINTZUNTZAN	011+000	D-00100	AGO-95	MAR-12	EJID.	TEZONTLE	TPC	0050	01.0	1-2-5	NR.	NO EXISTEN	REC.
0021	EL HUNGUARO	203+000	D-03000	MAR-95	OCT-11	EJID.	TEZONTLE	TPC	0045	01.0	1-2-5	NR.	NO EXISTEN	CONVE.
0042	EL YUGO	040+000	I-04750	MAY-95	OCT-10	PART.	TEZONTLE	TPC	0098	03.0	1-2-5	NR.	NO EXISTEN	CONVE.
0055	EL ARENAL	060+800	I-03200	ABR-95	MAY-04	EJID.	TEZONTLE	TPC	0100	01.2	1-2-5	NR.	NO EXISTEN	CONVE.
0056	EL MIRADOR	076+500	I-00050	ABR-95	OCT-10	PART.	TEZONTLE	TPC	0080	01.5	1-2-5	NR.	NO EXISTEN	REC.
0098	OPOPEO	040+000	I-03500	MAY-01	MAY-07	COM.	TEZONTLE	TPC	0085	05.0	2-5	NR.	NO EXISTEN	CONVE.
0099	LA IMAGEN	060+800	I-03200	JUN-01	OCT-10	PART.	TEZONTLE	TPC	0080	03.0	2-5	NR.	NO EXISTEN	ACEP.
0100	SAN JUAN DE LOS PLATANOS	215+000	D-00200	JUN-01	AGO-08	COM.	TEZONTLE	TPC	0080	02.0	2-5	NR.	NO EXISTEN	CONVE.
0115	FRANCISCO J. MUJICA	168+800	D-05200	JUL-09	JUL-09	EJID.	CANTO RODADO	TT	0080	00.8	2-5-6-10	NR.	NO EXISTEN	ACEP.

Debido a la poca información con la que se cuenta sobre los banco de materiales en estudio y que en algunos de los casos como en el banco MILPILLAS y LA PAJA, que son bancos que no se encuentran registrados y que no se tiene ninguna información sobre los materiales existentes en ellos, se procedió a realizar esta tesis para contar con más estudios y conocer las características de los materiales de estos bancos y de alguna forma mostrarles esta información a los propietarios y puedan hacer del conocimiento de todas las personas.

2.- MARCO TEORÍCO

2.1.- GRANULOMETRIA MATERIALES COMPACTABLES.

Esta prueba consiste en separar por tamaños las partículas de suelo, pasando a través de una sucesión de mallas de aberturas cuadradas y pesar las proporciones que se retienen en cada una de ellas, expresando dicho retenido como porcentajes en peso de la muestra total.
La prueba tiene dos variantes, el análisis granulométrico estándar y el análisis granulométrico simplificado, los cuales se describen a continuación.
El análisis granulométrico estándar consiste esencialmente en separar y clasificar por tamaño las partículas que componen el suelo.

EQUIPO Y MATERIAL

- Balanza de 20 kg de capacidad y 1 gr de aproximación.
- Balanza de 2 kg de capacidad y 0.1 gr de aproximación.
- Charola de lámina.
- Cucharon de lámina.
- Horno con termostato para mantener una temperatura constante de 105 ± 5 °C.
- Cepillo de cerdas.
- Cepillo de alambre delgado.
- Desecador de cristal.
- Juego de mallas.
- Tapa y fondo para el juego de mallas.
- Vaso de aluminio de 1 litro.
- Agitador de varilla metálica de 6 milímetros de diámetro y 20 cm de longitud.
- Agitador metálico del tipo Ro-tap.
- Cloruro de calcio anhidro.

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

1. Se obtiene por cuarteo una porción representativa con peso aproximado de 15 kg, el cual se determina y se anota como W_m (Peso de la muestra), con aproximación de un gramo.

Fig.1.- Cuarteo de la muestra representativa.

2. Cuando se requiere conocer con mayor exactitud el porcentaje de material que pasa la malla N° 200 ó bien, en el caso de estudios especiales, la muestra seca y disgregada obtenida como se indicó en el paso 1, se someterá a un lavado previo, colocándola en un recipiente provisto de vertedero y aplicándole una corriente de agua en forma continua y de tal manera que derrame sobre la malla Núm. 0.075 convenientemente colocada; durante este proceso la muestra se removerá en forma adecuada para propiciar el arrastre de la fracción fina, suspendiendo el lavado cuando el agua que salga del vertedero este clara; se dejara escurrir la muestra y a continuación se seca en el horno a peso constante, a una temperatura de 105 ± 5 °C; posteriormente se saca del horno, se deja enfriar a la temperatura ambiente y se determina su peso registrándolo como W'_m (Peso de la muestra después del lavado), con aproximación de 1 gramo. La diferencia entre W_m y W'_m (Peso de la muestra antes del lavado) es el peso de la fracción que pasa la malla N° 200.

Fig.2.- Colocación de la muestra fina y lavado por la malla No. 200.

3. Una vez preparada la muestra cómo se indicó en los pasos 1 y 2, se criba el material por la malla N° 4, como se muestra, para separarlo en dos fracciones; se determina el peso de ellas, se anota como W_{m1} el peso de la fracción retenida en la malla Núm. 4.75 y como W_{m2} a la fracción que pasa esta malla, ambos con aproximación de 1 gr

Fig.3.- Muestra el cribado a través de la malla N° 4.

4. Cuando al preparar la muestra no se le haya sometido a un proceso de lavado como se indicó en el paso 2, se corrige el peso de la fracción que pasa la malla N° 4, determinando su contenido de agua y se anota como W_2. Generalmente no es necesario determinar la humedad W_1 de la fracción retenida en la malla N° 4, secada al sol, debido a que este valor es relativamente pequeño y puede despreciarse sin introducir error de importancia.

Fig.4.- Secado del material que será utilizado en la granulometría fina.

PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA

1. Se criba en forma manual el material retenido en la malla N° 4, a través de las mallas Núm. 75.0, Núm. 50.0, Núm. 37.5, Núm. 25.0, Núm. 19.0, Núm. 12.5, Núm. 9.5 y Núm. 4.75, comenzando por la mayor abertura y siguiendo el orden en que se indicaron, como se muestra. Para efectuar esta operación deberá imprimirse a las mallas un movimiento vertical y horizontal, para mantener al material en constante movimiento para que los tamaños menores pasen a través de las aberturas correspondientes. El volumen del material que se coloque en cada malla, deberá ser menor que la capacidad de la misma, con el fin de evitar pérdidas y facilitar el cribado. El paso de las partículas a través de las aberturas de las malla deberá efectuarse libremente. El cribado en una malla deberá suspenderse cuando se estime que el peso de material que pase dicha malla durante 1 minuto no es mayor de 1 gr. Se verificara que las partículas que queden retenidas y que tengan forma de laja o forma de aguja pueden pasar a través de cada malla, sin forzarlas, acomodándolas con la mano según su dimensión menor, y las que queden atoradas en las tramas, deberán incorporarse a la porción retenida en la malla correspondiente.

Fig.5.-Muestra el cribado del material retenido en la malla N° 4.

2. Se pesan los materiales retenidos en cada una de las mallas, se anotan los pesos retenidos como W_i, en gramos.

Fig.6.- Muestra el material a ser utilizado en prueba.

3. La fracción que pasa la malla N° 4 se cuartea, para obtener el equivalente a 200 gramos de material seco.
4. Se coloca esta muestra en el vaso metálico y se agrega 500 centímetros cúbicos de agua aproximadamente, dejándose en reposo durante 12 horas, como mínimo.

Fig.7.- Agregando 500 cm (Aproximados) de agua al material.

5.- Después de transcurrido este lapso de tiempo, se lava la muestra a través de la malla Nm. 0.075 (N° 200). El lavado se hace el agitando el contenido del vaso con la varilla durante 15 segundos, moviéndola en forma de 8 y dejando reposar dicho contenido durante 30 segundos. Inmediatamente después se decanta la suspensión sobre la malla Nm. 0.075 (N° 200), como se muestra.

Para facilitar el paso de las particulas final a traves de la malla, deber aplicarse sobre esta un chorro de agua a baja presión.

Fig.8.-Vertido y lavado de material fino

6. Se repite la operación de lavado indicada en el paso 5, hasta que el agua decantada salga clara.
7. A continuación se regresa al vaso metálico el material que se haya retenido en la malla Nm. 0.075 (N° 200). Utilizando un poco de agua, la que se decantara del vaso al final de la operación, cuidando que no haya arrastre de partículas.

Fig.9.- Muestra la forma de devolver al vaso el material retenido en la malla N° 200.

8. Se seca el material en el mismo vaso metálico, dejándolo en el horno un lapso no menor de 16 horas, a una temperatura de 105 ± 5 °C, hasta peso constante; a continuación se saca del horno y se deja enfriar en el desecador de cristal hasta que la muestra tenga una temperatura cercana a la ambiental.

1. Se superponen las mallas a partir de la charola de fondo, en el siguiente orden, Núm. 0.075, Núm. 0.150, Núm. 0.250, Núm. 0.425, Núm. 0.850 y Núm. 2.0. Se vierte el material sobre la malla superior, se coloca la tapa, y se efectúa la operación de cribado, imprimiendo al juego de mallas un movimiento vertical y horizontal, durante 5 minutos; en esta operación es conveniente utilizar el agitador mecánico.

Fig.10.- Muestra la forma de colocar las mallas para efectuar el cribado de material que paso la malla N°4.

10. Se quita la tapa, se separa la malla Nm. 2.0 y se agita sobre una charola. Hasta que se estime que el peso del material que pase dicha malla durante 1 minuto, no sea mayor de 1 gr. Se vierte sobre la malla Nm. 0.850 el material que pasa la malla Nm. 2.0 y se deposita en la charola. Se repite este procedimiento del cribado adicional con cada una de las mallas restantes. Las partículas que hayan quedado atoradas deben regresarse a las porciones retenidas correspondientes, cepillando las mallas por al revés. A continuación se pesan los materiales retenidos en cada una de las mallas y se anotan los pesos respectivos como W_j.

Fig.11.- Muestra el pesado del material retenido en mallas finas

2.2.- CLASIFICACION DE FRAGMENTOS DE ROCA Y SUELOS.

Clasificar los materiales para terracerías, que pueden ser fragmentos de roca o suelos, mediante pruebas índices, que permiten estimar algunas de las propiedades físicas y mecánicas del material y, con base en éstas, determinar su tipo de acuerdo con un sistema de clasificación de fragmentos de roca y suelos.

CLASIFICACIÓN DE FRAGMENTOS DE ROCA

Los fragmentos de roca son todos aquellos cuyo tamaño está comprendido entre 7.5 cm (3”) y 200 cm. Según su tamaño se clasifican como se señala en la Tabla 2.

Forma	Redondeada Subredondeada Angulosa Lajeada Acicular
Textura	Lisa Rugosa Muy rugosa
Grado de alteración	Sanos Alterados Muy alterados

Tabla 1. Características de los fragmentos de roca.

Tipo	Subtipos	Identificación	Símbolo de
Fragmentos de roca	Grandes (mayores de 75 cm y Menores	Fragmentos grandes, con menos del 10% de otros fragmentos o de suelo.	Fg
		Fragmentos grandes mezclados con fragmentos medianos, predominando los	Fgm
		Fragmentos grandes mezclados con fragmentos chicos, predominando los grandes.	Fgc
		Fragmentos grandes mezclados con fragmentos medianos y chicos, predominando los grandes sobre los medianos y éstos sobre los chicos, con menos del	Fgmc
		Fragmentos grandes mezclados con fragmentos chicos y medianos, predominando los grandes sobre los chicos y éstos sobre los medianos, con menos del	Fgcm
	Medianos (mayores de 20 cm y Menores	Fragmentos medianos, con menos del 10% de otros fragmentos o de suelo.	Fm
		Fragmentos medianos mezclados con fragmentos grandes, predominando los	Fmg
		Fragmentos medianos mezclados con fragmentos chicos, predominando los	Fmc
		Fragmentos medianos mezclados con fragmentos grandes y chicos, predominando los medianos sobre los grandes y éstos sobre los chicos, con menos del	Fmgc
		Fragmentos medianos mezclados con fragmentos chicos y grandes, predominando los medianos sobre los chicos y éstos sobre los grandes, con menos del	Fmcg
	Chicos (mayores de 7.5cm y Menores de 20	Fragmentos chicos, con menos del 10% de otros fragmentos o de suelo.	Fc
		Fragmentos chicos mezclados con fragmentos grandes, predominando los chicos.	Fcg
		Fragmentos chicos mezclados con fragmentos medianos, predominando los chicos.	Fcm
		Fragmentos chicos mezclados con fragmentos grandes y medianos, predominando los chicos sobre los grandes y éstos sobre los medianos, con menos	Fcgm
		Fragmentos chicos mezclados con fragmentos medianos y grandes, predominando los chicos sobre los medianos y éstos sobre los grandes, con menos del	Fcmg

Tabla 2. Clasificación de los fragmentos de roca.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON BASE EN EL SISTEMA SUCS

Los suelos son materiales con partículas de tamaño menor de 7.5 cm (3”). Se clasifican como se indica en la Tabla 3 de este manual y se explica a continuación, con base en su composición granulométrica y en sus características de plasticidad, representada por los límites de consistencia.

Los suelos se clasifican como suelos gruesos cuando más del 50% de sus partículas son de tamaño mayor que 0.075mm (malla N° 200) y como suelos finos cuando el 50% de sus partículas o más, son de tamaño menor.

Suelos gruesos

Los suelos gruesos se clasifican como grava cuando más del 50% de las partículas de la fracción gruesa tienen tamaño mayor que 4.75 mm (malla N° 4) y como arena cuando el 50% de las partículas o más de la fracción gruesa, son de tamaño menor.

La grava se identifica con el símbolo G (Gravel) y la arena con el símbolo S (Sand). Ambas a la vez se subdividen en 8 subgrupos:

--- Grava o arena bien graduada (GW o SW). Si el material contiene hasta 5% de finos, cuando se trate de una grava cuyo coeficiente de uniformidad (C_u) es mayor de 4 y su coeficiente de curvatura (C_c) esté entre 1 y 3, se clasifica como grava bien graduada y se identifica con el símbolo GW. Cuando se trate de una arena cuyo coeficiente de uniformidad (C_u) es mayor de 6 y su coeficiente de curvatura (C_c) esté entre 1 y 3, se clasifica como arena bien graduada y se identifica con el símbolo SW.

----Grava o arena mal graduada (GP o SP). Si el material contiene hasta 5% de finos y sus coeficientes de uniformidad y curvatura, no cumplen con lo indicado en el párrafo anterior.

----Grava o arena limosa (GM o SM). Si el material contiene más del 12% de finos y estos son limo, se clasifica como grava limosa o arena limosa. Si estos son arcilla, se clasifica como grava arcillosa o arena arcillosa, según corresponda y se identifica con los símbolos GC o SC, respectivamente.

----Grava o arena bien graduada limosa (GW-GM o SW-SM). Si el material contiene entre 5% y 12% de finos y estos son limo, se trate de una grava bien graduada limosa y se identifica con el símbolo GW-GM. Cuando se trate de una arena, se clasifica como arena bien graduada limosa y se identifica con el símbolo SW- SM.

-----Grava o arena mal graduada limosa (GP-GM o SP-SM). Si la grava o la arena son mal graduadas, contienen entre 5 y 12% de finos y estos son limo, se clasifican como grava mal graduada limosa o arena mal graduada limosa, según corresponda y se identifican con los símbolos GP-GM o SP-SM, respectivamente.

------Grava o arena bien graduada arcillosa (GW-GC o SW-SC). Si la grava o la arena cumplen con los requisitos de bien graduadas, excepto que contienen entre 5 y 12% de finos y estos son arcilla, se clasifican como grava bien graduada arcillosa o arena bien graduada arcillosa, según corresponda y se identifican con los símbolos GW-GC o SW-SC, respectivamente.

-------Grava o arena mal graduada arcillosa (GP-GC o SP-SC). Si la grava o la arena son mal graduadas, contienen entre 5 y 12% de finos y estos son arcilla, se clasifican como grava mal graduada arcillosa o arena mal graduada arcillosa, según corresponda y se identifican con los símbolos GP-GC o SP-SC, respectivamente.

Tabla de clasificación S.U.C.S.

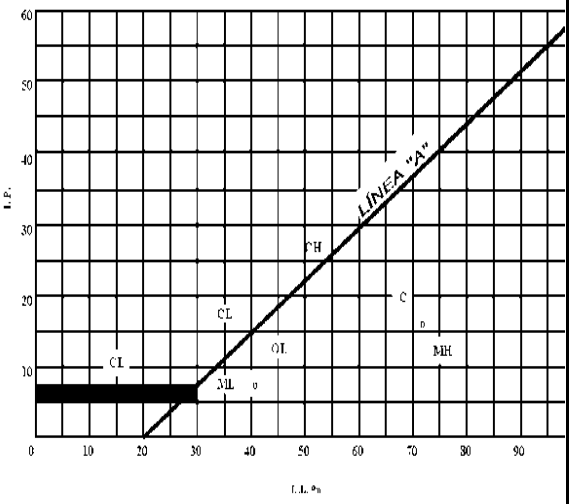
DIVISIÓN MAYOR					SIMBOLO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO		
SUELOS DE PARTÍCULAS GRUESAS Más de la mitad del material es retenido en la malla número 200 ⊕	Las partículas de 0.074 mm de diámetro (la malla N°.200) son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista.	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla No. 4	PARA CLASIFICACIÓN VISUAL PUEDE USARSE ½ cm. COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA No. 4	GRAVAS LIMPIA Poco o nada de partículas finas	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	DETERMÍNESE LOS PORCENTAJES DE GRAVA Y ARENA DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA, DEPENDIENDO DEL PORCENTAJE DE FINOS (fracción que pasa por la malla No. 200) LOS SUELOS GRUESOS SE CLASIFICAN COMO SIGUE: Menos del 5%: GW, GP, SW, SP; más del 12%: GM, GC, SM, SC. Entre 5% y 12%: Casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles **	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD Cu: mayor de 4. COEFICIENTE DE CURVATURA Cc: entre 1 y 3. $Cu = D_{60} / D_{10}$ $Cc = (D_{30})^2 /$	
					GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos		NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACIÓN PARA GW.	
				GRAVA CON FINOS Cantidad apreciable de	* GM d u	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo		LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÏNEA A" O I.P. MENOR QUE 4.	Arriba de la "línea A" y con I.P. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.
					GC	Gravas arcillosas, mezclas de gravas, arena y arcilla		LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÏNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7.	
		ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla No. 4		ARENA LIMPIA Poco o nada de partículas finas	SW	Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.		$Cu = D_{60} / D_{10}$ mayor de 6 ; $Cc = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})$ entre 1 y 3	
					SP	Arenas mal graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.		No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW	
				ARENA CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas.	* SM d u	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.		LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÏNEA A" O I.P. MENOR QUE 4.	Arriba de la "línea A" y con I.P. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.
					SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla.		LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÏNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7.	
SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS Más de la mitad del material pasa por la malla número 200 ⊕		LIMOS Y ARCILLAS Límite	Líquido menor de 50		ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.	G – Grava, S – Arena, O – Suelo Orgánico, P – Turba, M – Limo C – Arcilla, W – Bien Graduada, P – Mal Graduada, L – Baja Compresibilidad, H – Alta Compresibilidad		
					CL	Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.			
					OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.			
		LIMOS Y ARCILLAS	Límite Líquido Mayor de 50		MH	Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, más elásticos.			
					CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas			
					OH	Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media			
		SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS			P	Turbas y otros suelos altamente orgánicos.			

TABLA 3. Clasificación SUCS

2.3.- LIMITES DE CONSISTENCIA.

Los límites nos permiten conocer o identificar de forma sencilla algunas de las propiedades de los suelos Se obtuvieron los límites de consistencia del suelo, tales como el Límite Líquido, el Límite Plástico, Limite de Contracción, Contracción Lineal, Índice Plástico de cada una de las muestras.

EQUIPO Y MATERIALES PARA LA PRUEBA

- Malla Nº 40.
- Copa de casa grande calibrada para una altura de caída de 1 cm y Rasurador.
- Balanzas de 0.01 grs. y 0.1 gr de aproximación.
- Horno.
- Capsula de porcelana.
- Espátula.
- Agua destilada.
- Vidrios de reloj.
- Franela.
- Placa de vidrio grande para el límite plástico.
- Charola de evaporación.
- Calibrador Vernier.
- Equipo para el límite de contracción.
- Capsula Petri.
- Placa de vidrio con puntas.
- Mercurio.
- Charola de evaporación.
- Gotero.
- Moldes de lámina galvanizada del No.2

a) DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO (LL).

Preparación de Muestra:

1.- El material que se trae del campo se seca y se disgrega.

2.-Seco el material se criba por la malla No. 40 y se coloca en una capsula de porcelana 250 grs. del material que paso la malla.

3.- Una vez colocado el material en la capsula se le agrega el agua destilada en la cantidad necesaria para que tome el aspecto de material saturado y se deja en reposo durante 24 horas aproximadamente, en un lugar fresco

Fig. 12.-Muestra la muestra saturada.

Procedimiento de la prueba:

1.- Se toma una muestra de 150 grs. aproximadamente del material preparado de acuerdo a lo anteriormente explicado, este material se coloca en una capsula de porcelana y se procede a homogenizar la humedad con la espátula.

Fig.13.- Homogenización del material.

2.- Logrando lo anterior se coloca en la copa de Casagrande, previamente calibrada, una cantidad suficiente de material para que una vez extendido con la espátula se tenga un espesor de 8 a 10 mm.

Fig.14.- Extendido de material en la copa de Casagrande

3.- Se efectúa una ranura en la parte central del material que contiene la copa con una pasada firme del ranurador, como se muestra manteniéndolo siempre normal a la superficie de la copa.

Fig.15.- Ranuración del material en la copa de Casagrande.

4.-Se acciona la manivela del aparato para hacer caer la copa, a razón de 2 golpes por segundo y se registra el número de golpes necesarios para que los bordes inferiores de la ranura se pongan en contacto en una longitud de 13 mm.

Fig.16.- Unión de los bordes inferiores aproximadamente 13 mm.

5.- Una vez logrado lo anterior se toma aproximadamente 10 grs. del material de la porción cerrada de la ranura y se coloca en un vidrio de reloj, para proceder de inmediato a obtener su contenido de agua.

Fig.17.- Porción de material para obtener su humedad.

6.- A continuación y una vez que se ha tomado la muestra para la determinación de la humedad, se regresa a la capsula de mezclado lo que contiene la copa, se lava y se seca tanto la copa como el ranurador.

a) DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO.

Procedimiento de la prueba:

1.- Se toma una muestra de material preparado de acuerdo con la prueba de LL, a la cual se le da la forma de una pequeña esfera de aproximadamente 12 mm de diámetros

2.- A continuación, se rola el cilindro con los dedos de la mano sobe una placa de vidrio, dando la presión requerida para reducir su diámetro hasta que este sea uniforme en toda su .longitud y ligeramente mayor a 3mm.

3.- Si al alcanzar dicho diámetro el cilindro no se rompe en varia secciones simultáneamente, su humedad es superior a la del límite plástico.

4.- Se repiten los pasos 1 hasta el 3 hasta lograr que el cilindro se rompa en varios segmentos precisamente en el momento de alcanzar el diámetro de 3 mm.

5.- En seguida se coloca en un vidrio de reloj todos los fragmentos en que se halla dividido el cilindro y se efectúa la determinación del contenido de humedad correspondiente.

7.- Los suelos con los que no es posible formar cilindros del diámetro especificado, con ningún contenido de agua, se considera como no plástico.

Fig.18.- Muestra de Cilindros para Limite Liquido.

b) DETERMINACION DE LA CONTRACCION LINEAL.

1.- Se le agrega a la muestra agua o material menos húmedo tomado de la porción preparada, hasta lograr que la humedad sea la correspondiente a la del límite líquido.

2.- Con el material preparado en las condiciones indicadas se procede a llenar el molde de prueba, al cual se le habrá aplicado previamente una capa delgada de grasa en su interior para evitar que el material se adhiera sus paredes. El llenado del molde se efectúa en 3 capas.

3.- A continuación se enrasa el material en el molde utilizando en la espata y se deja orear a la sombra hasta que cambie ligeramente su color, después de lo cual se pone a secar en el horno

5.- Finalmente se mide con el calibrador la longitud media de la barra del material seco y la longitud interior del molde, con aproximación de 0.01 cm.

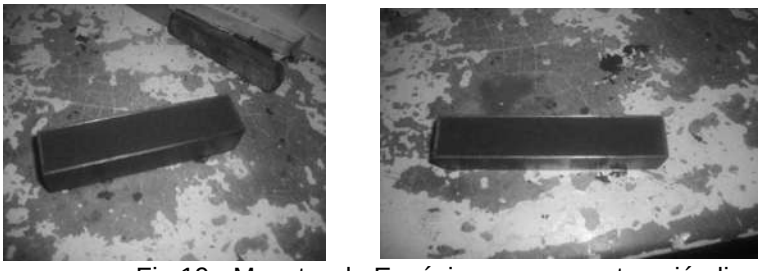


Fig.19.- Muestra de Espécimen para contracción lineal.

c) DETERMINACION DE LA CONTRACCION VOLUMETRICA.

1.- Recubrir el interior del molde con una capa delgada de lubricante.

2.- El llenado de la capsula se realiza en 3 capaz cada una del mismo espesor y se realiza con ayuda de una espátula.

3.- Enrasar con la regla y limpiar posibles restos de suelo adherido al exterior del molde.

4.-Inmediatamente de enrasado, se pesa el molde con el suelo compactado. Restar el peso del molde determinando el peso del suelo húmedo (W_h). Registrar aproximado a 0.01 grs.

5.-Secar al horno a 110 ± 5° C hasta masa constante.

6.- Pesar el molde con suelo seco. Restar el peso del molde determinando el peso del suelo seco (W_s). Registrar aproximado a 0.01 grs.

7.- Determinar el volumen de la pastilla de suelo seco.

8.-Llenar la taza con mercurio hasta que desborde.

9.-Colocar la taza llena de mercurio sobre el plato de evaporación, colocar la pastilla de mercurio sobre la superficie de mercurio y sumergirlo cuidadosamente mediante las puntas de la placa de vidrio.

10.-En seguida, obtener el volumen del mercurio desplazado por la pastilla de suelo.

11.- Calcular la humedad del suelo en el momento en que fue moldeado de acuerdo con la formula siguiente:

$$W = \left(\frac{(W_h - W_s)}{W_s} \right) \cdot 100$$

Dónde:

W= Humedad del suelo en el momento que fue moldeada %.

W_h= Peso del Suelo húmedo.

W_s= Peso del suelo seco.

15.- Calcular el límite de contracción, del suelo con la formula siguiente, aproximado

$$Ws = W - \left(\frac{(V_h - V_s)\gamma_w}{W_s} \right) 100$$

Dónde:

W_s= límite de contracción, %.

W= Humedad del suelo en el momento que fue moldeada, %.

V_h= Volumen de la pastilla del suelo húmedo, cm^3 (ml).

V_s= Volumen de la pastilla de suelo seco, cm^3 (ml).

γ_w = Densidad del agua, gr/cm^3 (gr/ml).

W_s= Peso del suelo seco, gr.

Para el caso de mis materiales no se logró la realización de los límites ya que los distintos materiales no lo permitían al contener una gran cantidad de arenas así que mis límites en todos los casos son inapreciables.

2.4.- DENSIDAD RELATIVA Y ABSORCION.

Esta prueba permite determinar las relaciones masa-volumen de los materiales respecto a la relación masa-volumen del agua, así como la absorción de los materiales y se utilizan para calcular los volúmenes ocupados por el material o mezcla de los materiales en sus diferentes condiciones de contenidos de agua y el cambio de masa del material debido a la entrada de agua en sus poros, con respecto a su condición de estado seco; las pruebas se realizan de distinta manera en la fracción del material retenida en la malla No. 4 (núm. 4.75mm) y en la porción que pasa dicha malla.

EQUIPO.

--- Malla No.4
--- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
--- Horno capaz de mantener una temperatura de 105 +-5°C.
--- Lienzo o trapo.
--- Matraz Calibrado.
--- Probeta graduada.
--- Termómetro de 0.1°C de aproximación.
--- Fuente de calor (estufa).
--- Bomba de vacío.
--- Espátula
--- Capsula de porcelana.
--- Embudo.
--- Agua destilada
--- Bicromato de potasio.
--- Molde de Latón o vidrio.

PROCEDIMIENTO DE PRUEBA PARA NUESTRO CASO (MATERIAL QUE PASA LA MALLA N°. 4)

1. Inmediatamente después de preparar la muestra que pasa la malla N°.4 utilizando el embudo, se introduce el material en el matraz previamente calibrado. Tres muestras con 50 gr de material cada uno.

Fig.20.- Llenado de los tres matraces necesarios para realizar la Densidad de sólidos.

Posteriormente se llena el matraz con agua destilada hasta aproximadamente la mitad de su capacidad.

Fig.21.- Llenado de los matraces con agua destilada.

Utilizando la Estufa o fuente de calor, se pone en ebullición el agua de matraz durante 10 minutos aproximadamente, moviendo al mismo tiempo el material con el agitador mientras hierve, hasta expulsar el aire atrapado.

Fig.22.- Puesta del agua de los matraces en ebullición para facilitar la expulsión del aire atrapado.

2. Empleando el dispositivo de succión, se aplica vacío al matraz durante 15 minutos, con el objeto de extraer el aire atrapado en la muestra

Fig.23.- Puede observarse como se utiliza el dispositivo de succión, y la manera como brotan las burbujas de aire en las muestras.

Se deberá tener la precaución necesaria para no succionar demasiado la muestra ya que de lo contrario se tendrán perdidas de material y será necesario repetir la prueba.

3. Se deja enfriar el matraz hasta alcanzar la temperatura ambiente y se adiciona el volumen de agua destilada, necesaria para alcanzar la marca de aforo.

Fig.24.- Adición de agua destilada hasta la marca indicadora de los matraces, una vez que se ha llevado a cabo la succión del aire.

Y en su caso se vuelve a aplicar el vacío para asegurar que no haya quedado aire atrapado en la muestra, lo cual ocurrirá cuando ya no se observe ninguna variación en el nivel del menisco; si es necesario, se quitara o agregara agua destilada utilizando el cuentagotas, de tal forma que el nivel inferior del menisco coincida con la marca de aforo.

Fig.25.- Extracción del aire.

4. Se secan cuidadosamente la superficie exterior del matraz y el interior del cuello del mismo. Para esta última operación se emplea un trapo absorbente enrollado, evitando tocar el menisco.

5. Se obtiene la masa del matraz con el material y el agua registrándolo como Wfsw, en gr.
6. Se tapa el matraz y se invierte varias veces en forma cuidadosa con el fin de uniformizar la temperatura de la suspensión, a continuación se coloca el bulbo del termómetro en el centro del matraz y se registra la temperatura, misma que es considerada como la temperatura de la prueba tp.
7. Hecho lo anterior se vierte toda la suspensión a una capsula de porcelana, empleando el agua necesaria para arrastrar todas las partículas de suelo y se deja reposar durante 24 horas. Se elimina el agua sobrante mediante una cuidadosa decantación y se lleva la muestra al horno para su secado total a masa constante, a una temperatura de 105 +- 5°C, se determina y se anota la masa seca de la muestra, Ws, en gr.

Fig.26.- Muestra lista para pesarse después de haber estado en el horno y estar totalmente seca.

8. En casos de suelos arenosos no cohesivos, el periodo de reposo podrá reducirse hasta que se observe limpio el tirante de agua, continuando la prueba en la forma descrita en el paso anterior.

9. Finalmente utilizando la curva de calibración del matraz, se obtiene la masa del matraz con el agua, en gr, correspondiente a la temperatura de la prueba tp y se registra como Wfw.

Una vez realizados los cálculos se obtuvieron y se desechándose los datos de algunos matraces ya que nos dio una densidad un poco disparada respecto a las otras dos; lo cual se pudo haber debido a algún error en la realización de la misma.

2.5.- COMPACTACION AASHTO.

La prueba permite determinar la curva de compactación de los materiales para terracerías y a partir de estas inferencias su masa volumétrica seca máxima y su contenido de agua óptimo. Consiste en determinar las masas volumétricas secas de un material compacto con diferentes contenido de agua, mediante la aplicación de una misma energía de compactación en prueba dinámica y, graficando los puntos correspondientes a cada determinación, trazar la curva de compactación del material.

EQUIPO Y MATERIALES

El equipo para la ejecución de las pruebas estará en condiciones de operación, calibrado, limpio y completo en todas sus partes. Todos los materiales por emplear serán de alta calidad.

--- MOLDE
--- PISONES
--- REGLAS
--- BALANZAS
--- HORNO
--- BASE CUBICA
--- PROBETAS
--- MALLAS
--- CAPSULAS
--- CHAROLAS
--- CUCHARON
--- ACEITE

Características de los pisones en mi tesis la utilizada es las modificadas.

Tipo de prueba	Estándar	Modificada
Masa del pisón, kg	2,5 ± 0,01	4,54 ± 0,01
Diámetro del pisón, mm	50,8	50,8
Altura de caída del pisón, cm	30,5 ± 0,1	45,7 ± 0,1

VARIANTES DE LAS PRUEBAS

Cada prueba, según su tipo se realiza compactando el material con el pisón y en el número de capas que se indica.

Tipo de prueba	Estándar	Modificada
Masa del pisón, kg	2,5 ± 0,01	4,54 ± 0,01
Número de capas del material	3	5

Pisones y numero de capas para pruebas AASHTO.

PROCEDIMIENTO DE LAS PRUEBAS

1.- A la porción preparada, se le agrega la cantidad de agua necesaria para que una vez homogeneizada, tenga un contenido de agua inferior en 4 a 6% respecto al óptimo estimado.

Fig.27.- Muestra incorporación de agua al material.

2.-**.** En el caso de que se hayan formado grumos durante la incorporación del agua, se revuelve el material hasta disgregarlo totalmente. Se mezcla cuidadosamente la porción para homogeneizarla y se divide en 5 partes para la prueba modificada.

Fig.28.- Muestra la homogenización del material.

3.- Se coloca una de las fracciones de material en el molde de prueba el cual se apoya sobre el bloque de concreto para compactar el material con el pisón que corresponda, aplicando 56 golpes para la variante modificada repartiendo uniformemente los golpes en la superficie de la capa, como se muestra, para el caso de la prueba modificada, la masa del pisón y la caída libre serán de 4,54 kg y 45,7.cm, respectivamente. Se escarifica ligeramente la superficie de la capa compactada y se repite el procedimiento descrito para las capas subsecuentes.

Fig.29.- Muestra la compactación de una de la capaz.

4.- Terminada la compactación de todas las capas, se retira la extensión del molde y

se verifica que el material no sobresalga del cilindro en un espesor promedio de 1,5 cm como máximo; de lo contrario la prueba se repetirá utilizando de preferencia una nueva porción de prueba con masa ligeramente menor que la inicial. En el caso de que no exceda dicho espesor, se enrasa cuidadosamente el espécimen con la regla metálica.

Fig.30.- Muestra el enrazado del molde.

5.- A continuación, se determina la masa del cilindro con el material de prueba y se registra como W_i, en g, anotándola en una hoja de registro.

6.- Se saca el espécimen del cilindro, se corta longitudinalmente y de su parte central se obtiene una porción representativa para determinar su contenido de agua ω, se registran los datos correspondientes a esta determinación en la misma hoja de registro.

7.- Se incorporan las fracciones del espécimen al material que sobró al enrasarlo, en su caso, se disgregan los grumos, se agrega aproximadamente 2% de agua con respecto a la masa inicial de la porción de prueba y se repiten los pasos anteriores.

8.- Con la misma porción de prueba se repite el procedimiento incrementando sucesivamente su contenido de agua, hasta que dicho contenido sea tal que el º es conveniente preparar muestras de prueba diferentes para cada determinación.

CÁLCULOS Y RESULTADOS

1.- En la hoja de registro como la mostrada en la Figura 3 de este Manual, se anota la masa volumétrica del material húmedo de cada espécimen; para calcularla se emplea la siguiente expresión:

$$\gamma_m = \frac{W_i - W_t}{V} \times 1\,000$$

Donde:

γ_m = Masa volumétrica del material húmedo, (kg/m^3)

W_i = Masa del cilindro con el material húmedo compactado, (g)

W_t = Masa del cilindro, (g)

V = Volumen del cilindro, (cm^3)

2.- Se calcula y se registra en la hoja de registro como la mostrada en la Figura 3, la masa volumétrica seca de cada espécimen, empleando la siguiente expresión:

$$\gamma_m = \frac{W_i - W_t}{V} \times 1\,000$$

Donde:

W_d = Masa volumétrica seca del espécimen, (kg/m^3)
W_m = Masa volumétrica del material húmedo, (kg/m^3)
V = Contenido de agua del espécimen, (%)

3.- En una gráfica como la incluida en la hoja de registro que se muestra en la Figura 3 de este Manual, en la que en el eje de las ordenadas se indican las masas volumétricas secas γ_d y en el de las abscisas los contenidos de agua ω, se dibujan los puntos correspondientes a cada espécimen, los que se unen con una línea continua de forma aproximadamente parabólica denominada *curva de compactación*, la que determina la variación de la masa volumétrica seca del material para diferentes contenidos de agua y una misma energía de compactación, como la que se ilustra en la misma Figura.

4.- Se determinan y reportan la masa volumétrica máxima seca del material $\gamma_{dmáx}$, en kg/m^3 y su contenido de agua óptimo, ω_o, en %, que se obtienen en forma gráfica de la curva de compactación: La ordenada en el punto más alto de dicha curva representa la masa volumétrica seca máxima $\gamma_{dmáx}$ y la abscisa de ese punto, el contenido de agua óptimo, ω_o

2.6.- VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR)

1.- EQUIPO Y MATERIALES

El equipo para la ejecución de la prueba estará en condiciones de operación, calibrado, limpio y completo en todas sus partes. Todos los materiales por emplear serán de alta calidad.

1.1.- EQUIPO DE CARGA

TABLA 1.- Capacidad mínima del equipo de carga

CBR máximo esperado %	Capacidad mínima kN (t)
20	11,2 (1,14)
50	22,3 (2,27)
> 50	44,5 (4,54)

1.2.- DISPOSITIVOS DE MEDICIÓN DE EXPANSIÓN

Tres dispositivos de medición de expansión como el mostrado en la Figura 2 de este Manual, compuestos por:

1.3.- MOLDES

Tres moldes cilíndricos de acero, de 152,4 ± 0,66 mm de diámetro interior y 177,8 ± 0,46 mm de altura, provistos cada uno de un collarín de extensión de 50,8 mm de altura mínima, con el mismo diámetro interior del molde y de una placa de base perforada con

al menos 28 orificios de 1,6 mm de diámetro, distribuidos uniformemente, así como de una placa de base sin perforaciones por cada grupo de moldes. Una vez ensamblados, con el disco espaciador al que se refiere la Fracción D.4., los moldes tendrán un volumen de 2 124 ± 25 cm^3. Tanto las placas de base como el collarín estarán fabricados de tal manera que se puedan acoplar en cualquier extremo del molde, como se muestra en la Figura 3 de este Manual.

1.4.- DISCO ESPACIADOR

Disco de acero de 150,8 ± 0,8 mm de diámetro y 61,4 ± 0,13 mm de altura, como el mostrado en la Figura 4 de este Manual, provisto con un maneral desmontable para extraer el disco espaciador del molde.

1.5.- PISONES

Dos pisones metálicos del tipo martillo deslizante, uno con masa de 2,5 ± 0,01 kg y altura de caída de 305 ± 1 mm, y otro con masa de 4,54 ± 0,01 kg y altura de caída de 457 ± 1 mm, ambos con cara inferior de apisonado circular de 50,80 ± 0,25 mm de diámetro y acoplados a sendas guías metálicas tubulares, con la forma y dimensiones mostrada.

1.6.- BASE CÚBICA

De concreto o de otro material de rigidez similar con dimensiones mínimas de 40 cm por lado.

1.7.- PLACAS DE CARGA

Un juego de placas circulares de acero, como las mostradas de este Manual, integrado por:

1.8.- TANQUE DE SATURACIÓN

Con capacidad suficiente para mantener el nivel del agua 25 mm por encima de los moldes.

1.9.- MALLAS ¾" Y N°4

Fabricadas con alambres de bronce o de acero inoxidable, tejido en forma de cuadrícula, con abertura nominal de ¾" (19 mm) y N°4 (4,75 mm) respectivamente, que cumplan con las tolerancias indicadas en la Tabla 1 del Manual M·MMP·1·06, *Granulometría de Materiales Compactables para Terracerías*. El tejido estará sostenido mediante un bastidor circular metálico, de lámina de bronce o latón, de 206 2 mm de diámetro interior y 68 2 mm de altura, sujetando la malla rígida y firmemente mediante un sistema de engargolado de metales, a una distancia de 50 mm del borde superior del bastidor.

1.10.- BALANZA

Con capacidad mínima de 15 kg y aproximación de 1 g.

1.11.- CHAROLAS

De lámina galvanizada, de forma rectangular de 40 × 70 × 10 cm.

1.12.-CUCHARÓN

De 20 cm de largo, 11 cm de ancho y 10 cm de altura, formando un paralelepípedo rectangular con sólo cuatro caras, cuya cara menor lleva acoplado un mango metálico de sección circular de 13 cm de largo.

1.13.- PROBETAS

Una con capacidad de 25 cm^3 y graduaciones a cada 0,2 cm^3; otra con capacidad de 100 cm^3 y graduaciones a cada 1 cm^3; y otra con capacidad de 500 cm^3 y graduaciones a cada 5 cm^3.

1.14.- REGLA

Metálica, con una arista cortante, de aproximadamente 25 cm de largo.

1.15.- ACEITE

Para lubricar las paredes de los moldes.

1.16.- PAPEL FILTRO

Paquete de papel filtro grueso, circular de 149,23 a 150,81 mm de diámetro.

2.- PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Una vez determinados el contenido de agua del material para terracerías en el banco a 1,5 m de profundidad (γ_b), mediante el procedimiento indicado en el Manual M·MMP·1·04, *Contenido de Agua* y su masa volumétrica seca máxima ($\gamma_{dMÁX}$) mediante el procedimiento AASHTO Estándar, conforme se indica en el Manual M·MMP·1·09, *Compactación AASHTO*, la preparación de la muestra obtenida según se establece en el Manual M·MMP·1·01, *Muestreo de Materiales para Terracerías*, se hace de la siguiente manera:

3.- PROCEDIMIENTO.

3.1.- COMPACTACIÓN

Con las porciones de material preparadas como se indica en la Cláusula E., se compactan tres especímenes en la forma que se describe a continuación, con las energías de compactación que se indican en la Tabla 2 de este Manual, aplicando el número de golpes por capa con el pisón que corresponda, que se señala en dicha Tabla, según la utilización prevista de material en estudio y del espécimen de que se trate.

4.- PENETRACIÓN

TABLA 3.- Relación de tiempo - penetración

Lecturas	Tiempo min:s	Penetración mm
Primera	0:30	0,64
Segunda	1:00	1,27
Tercera	1:30	1,91
Cuarta	2:00	2,54
Quinta	3:00	3,81
Sexta	4:00	5,08
Séptima	6:00	7,62
Octava[1]	8:00	10,16
Novena[1]	10:00	12,70

2.7.- COMPACTACION PORTER.

En esta práctica el alumno(a) determinará la compactación por carga estática para calcular el Peso Volumétrico Seco Máximo ($\gamma_{dmáx}$) y la Humedad Óptima de Compactación en suelos con partículas gruesas empleadas en la construcción de terracerías o en arenas y materiales finos (no cohesivos) que tengan un Índice Plástico menor a 6 (IP<6), a los cuales no es posible someterlos a la prueba Proctor.

GENERALIDADES.

En suelos friccionan tés es muy común que las pruebas dinámicas produzcan una curva de compactación con una forma inadecuada para la determinación del Peso Volumétrico Seco Máximo y una Humedad Óptima de Compactación. También, para este tipo de suelos existen otras pruebas de compactación en las que usualmente se define una curva de compactación de forma típica, adaptada para los fines que se persiguen.

Una de estas es la prueba de compactación estática, que introdujo O. J. Porter y que alcanzó su forma definitiva alrededor de 1935. En ella se compacta al suelo colocándolo dentro de un molde cilíndrico de 6" de diámetro, el suelo se dispone en tres capas y se acomoda con 25 golpes de una varilla con punta de bala, lo que no significa una compactación intensa, pues la varilla es ligera y la altura de caída que no está especificada es la mínima utilizable por el operador para la manipulación cómoda.

La compactación propiamente dicha se logra al aplicar al conjunto de tres capas una presión de 140.6 Kg/cm², la cual se mantiene durante un minuto.
Este método de prueba sirve para determinar el Peso Volumétrico Seco Máximo y la humedad optima de compactación en los suelos con partículas gruesas que se emplean en la construcción de terracerías; también se puede emplear en arenas y el materiales finos cuyo Índice Plástico sea menor que 6. El método consiste en preparar especímenes con material que pasa la malla de 1”, a los que se le agregan diferentes cantidades de agua y se compactan con carga estática.
La aplicación más importante de ésta prueba en particular es la fabricación de especímenes de suelo que cumplan con las condiciones antes descritas para determinar su Valor Relativo de Soporte (VRS) y también se emplea en la determinación del Grado de Compactación en los casos en que así se requiera. Sin embargo es necesario mencionar que el Valor Relativo de Soporte (VRS) obtenido de la prueba Porter Estándar únicamente servirá como un dato complementario de la calidad de los suelos, esto se explica de manera más detallada en la práctica siguiente donde es analizado precisamente este

parámetro.

EQUIPO

–––– Molde cilíndrico de compactación de 15.75 cm de diámetro interior y 12.75 cm de altura, provisto de collarín y una base con dispositivo para sujetar el cilindro.

–––– Máquina de compresión con capacidad mínima de 30 toneladas y aproximación de 100 kg.

–––– Varilla metálica de 19 mm de diámetro y 30 cm de longitud, con punta de bala.

–––– Placa circular para compactar, con diámetro de 15.45 cm con dispositivos para sujetarla en la cabeza de aplicación de la carga.

–––– Malla de 1”, abertura 25.4 mm.

–––– Balanza con capacidad mínima de 20 kg y aproximación de 5 gr.

–––– Calibrador con vernier tipo máuser.

PROCEDIMIENTO.

La preparación de la muestra se efectúa como se indica a continuación:

1. De una muestra obtenida en campo, teniendo cuidado de secar el material únicamente lo necesario para facilitar su disgregación, se toma y criba una cantidad suficiente para obtener una porción de 16 kg de material que pasa la malla de 1”.

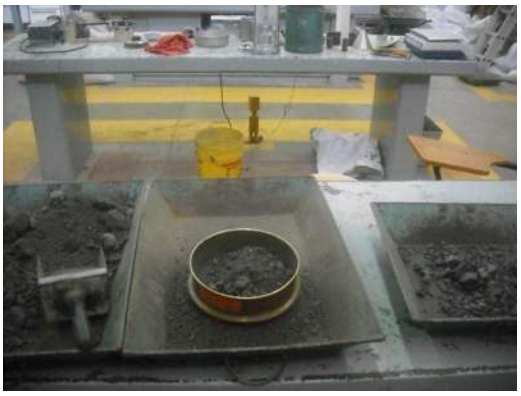


Fig.31.- Muestra el cribado y pesado de la muestra a utilizar.

2. Se divide mediante cuarteo la porción que pase la malla de 1”, en 4 partes con pesos aproximadamente iguales.

La prueba se efectúa en la forma siguiente:

3. Se toma una de las 4 partes del material y se le incorpora la cantidad de agua necesaria frotando el material entre las manos, para que una vez repartida uniformemente, presente una consistencia tal que, al ser comprimido en la palma de la mano, la humedezca muy ligeramente. Para favorecer lo anterior en algunos casos será necesario dejar el material húmedo un cierto tiempo en reposo cubierto con una lona húmeda.

Fig.32.- Muestra homogenizacion de la muestra.

4. Se coloca el material humedecido, dentro del molde con su collarín instalado, en 3 capas del mismo espesor aproximadamente y se le da a cada una de ellas 25 golpes con la varilla metálica, distribuyéndolos uniformemente.

Fig.33.- Colocacion y varillado de la muestra en el molde.

5. Al terminar la colocación de la última capa, se toma el molde que contiene el material, se coloca en la máquina de compresión y se compacta aplicando lentamente carga uniforme, hasta alcanzar en un lapso de 3 minutos la presión de 140.6 kg/cm^2, equivalente a una carga de 26.5 toneladas, aproximadamente; se mantiene esta carga durante 1 minuto y se hace la descarga en el siguiente minuto. Al llegar a la carga máxima se observa la base del molde y si está ligeramente humedecida, el material tiene la Humedad Óptima de Compactación y ha alcanzado su peso específico y volumétrico máximo.

Fig.34.- Muestra la maquina y el incremento de la carga**.**

6. Si al llegar a la carga máxima, no se humedece la base del molde, la humedad con que se preparó la muestra es inferior a la óptima y por lo tanto, se toma otra porción representativa del material y se le adiciona una cantidad de agua igual a la del espécimen anterior, más 80 cm^3; se mezcla uniformemente y se repiten en ésta los pasos 4 y 5. Se preparan los especímenes que sean necesarios siguiendo los pasos indicados en este subpárrafo, hasta lograr que en uno de ellos se observe el inicio del humedecimiento de la base del molde con la carga máxima, lo cual generalmente se consigue con menos de 4 especímenes.

Fig.35.- Muestra la incorporación de agua.

7.- si antes de llegar a la carga máxima se humedece el molde haberse iniciado la expulsión de agua la humedad con la que se preparó la muestra es superior a la óptima y en este caso se procede como se indica en el paso 6, con la diferencia que en lugar de adicionar 80 cm^3 de agua, se disminuyen estos 80 cm^3 en cada nueva porción representativa del material, hasta lograr que en una de ellas, con la carga máxima, se observa el inicio del humedecimiento de la base del molde.

8. Terminada la compactación del espécimen preparado con la humedad óptima, se retira el molde de la máquina de compresión y se determina la altura del espécimen, he , restando de la altura del molde, la altura entre la cara superior del espécimen y el borde superior del molde; se registra este valor en centímetros con aproximación de 0.1 mm.

Fig.36.- Muestra la medición de la muestra.

9. Se pasa el molde de compactación que contiene el espécimen compactado y se anota dicho peso W_i, en gr, con aproximación de 1 gr.

10. Se saca el espécimen del cilindro, se corta longitudinalmente y de la parte central se obtiene una muestra representativa y se le determina su contenido de agua, W_o, el cual se anota en la hoja de registro.

Fig.37.- Muestra secado de material para obtener la humedad.

CALCULOS.

1. El volumen del espécimen compactado con la humedad óptima se calcula por medio de la siguiente fórmula:

Dónde:

$$V = Am * He$$

V= Es el volumen del espécimen, (cm^3)
Am= Es el área de la sección transversal del cilindro de compactación, (cm^2)
He= Altura del espécimen en (cm).

2. El peso específico húmedo se calcula por medio de la siguiente fórmula:

Dónde:

$$\gamma m = (\mathrm{Wi} - \mathrm{Wt})/V$$

γm= Es el peso específico del espécimen húmedo, (gr/cm^3 = ton/m^3)
Wi= Es el peso del espécimen húmedo, más el peso del molde de compactación, (gr) Wt= Es el peso del molde de compactación, (gr)
V= Es el volumen del espécimen, (cm^3)

3. El peso específico seco máximo, γ_{dmax}, se calcula mediante la siguiente fórmula

Dónde:

$$\gamma dmax = \gamma m/(1 + (Wo/100))$$

γdmax = Es el peso específico máximo del espécimen en estado seco, en gr/cm^3=ton/m^3. Enseguida se muestra la conversión.
gr/cm3 * 1 Ton/1,000,000 gr *1,000,000 cm3/ 1 m3 = Ton /m3.
γm= Es el peso específico del espécimen húmedo (gr/cm3).
Wo= Es la humedad optima del espécimen, (%).

4. Se reporta el peso específico seco máximo γ_{dmax}, en kilogramos por metro cubico y la humedad optima W_o, en porciento (%), como valores correspondientes al material ensayado.

2.8.- VALOR RELATIVO DE SOPORTE (VRS).

Determinar si el suelo en estudio, tiene la calidad para ser empleado en las capas: base, sub-base y sub-rasante.
Para ésta prueba se utiliza un suelo compactado por medio de la prueba Porter.

EQUIPO Y MATERIAL A UTILIZAR

- Prensa con capacidad de 5,000 kg.
- Depósito con agua para saturar el suelo compactado.
- Papel filtro de 15.2 cm de diámetro.
- Placa circular perforada de 15.2 cm de diámetro.
- 2 placas circulares de carga de 15.2 cm de diámetro y de 3 kg de peso cada una.
- Un trípode metálico para referencia de mediciones.
- Pistón de penetración de 4.95 cm de diámetro.
- Extensómetro con carrera de 2.54 cm y una aproximación de 0.01 mm.
- Cronómetro o reloj.
- Calibrador con vernier.

PROCEDIMIENTO

1. Estando el suelo ya compactado, se pone encima un papel filtro, para que no se erosione, al momento de introducirlo a inmersión total en agua.

Fig.38.- Muestra la colocación del papel filtro en la muestra.

2. Arriba del papel se coloca una placa circular perforada y encima de ésta, las 2 placas circulares de carga, sobre la extensión del molde se coloca el trípode, que servirá como referencia de mediciones de altura y conocer si el suelo presenta expansión.

Fig.39.- Muestra la colocación de todos los instrumentos.

3. Se introduce todo el conjunto al depósito con agua, de tal forma que el molde quede sumergido, con un tirante de 2 cm arriba del borde superior de la extensión del molde.

Fig.40.- Muestra la colocación de la muestra en el depósito de agua.

4. Utilizando el vernier, se hace una primera lectura de altura, medida sobre el trípode hasta la parte central de vástago de la placa circular perforada; anotando esta lectura como (Li), se verifica cada 24 horas y cuando en dos lecturas sucesivas se observe que no hay diferencia, se anota su valor como lectura final (Lf) con aproximación de 0.01 mm.

El período de saturación generalmente varía de 3 a 5 días.

5. Todo lo descrito en el paso 4, es con el fin de determinar el porcentaje de expansión que puede tener un suelo y se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\%\ expansión\ \frac{(L_i - L_f)}{he} 100$$

Dónde:

Li y Lf son la longitud inicial y final respectivamente del espécimen antes y después de la expansión.
he = Altura del espécimen, (cm).

6. Se retira el molde del agua, se le retira la extensión, el papel filtro y la placa circular perforada, colocándose en medio de las placas de carga el pistón de penetración, después se coloca el molde en la parte central de la prensa.

Fig.40.- Muestra la forma como se prueba la muestra.

7. Se coloca el extensómetro que va a indicar las penetraciones estandarizadas para esta prueba; estas son: 1.27 mm, 2.54 mm, 3.81 mm, 5.08 mm, 7.62 mm, 10.16 mm y 12.70 mm.
8. Se aplica una precarga de 10 Kg e inmediatamente después, sin retirar la carga, se ajusta el extensómetro en cero, para iniciar la penetración vertical del pistón de penetración.
9. Se aplica carga para que el pistón penetre al espécimen a una velocidad de 1.27 mm/minuto, anotando las cargas necesarias para obtener cada una de las penetraciones descritas anteriormente.

CÁLCULOS

Los resultados se llevan a la gráfica (penetraciones contra carga), obteniéndose la llamada curva de valor relativo de soporte estándar y se obtiene finalmente el resultado de este con la siguiente fórmula:

$$VRS\ std. = \frac{C_{2.54}}{1360} 100$$

Dónde:

$C_{2.54}$ = Carga correspondiente a la penetración de 2.54 mm o cualquier otra en Kg.

1360 = Equivale a la carga que presentaría un material de buena calidad, para esa penetración; por ejemplo: una caliza triturada.

Dónde:

Y = Carga en kg.

X = Deformación en la celda de carga.

2.9.- EQUIVALENTE DE ARENAS DE MATERIALES PETREOS PARA MEZCLAS ASFALTICAS.

Esta prueba nos permite determinar el contenido y actividad de los materiales finos o arcillosos presentes en los materiales petreos empleados en mezclas asfalticas. La prueba consiste en agitar un cilindro que contiene una muestra de material petreo que pasa ma malla No. 4, mezclada con una solucion que permite separar la arena de la arcilla.

EQUIPO Y MATERIALES

El equipo para la ejecucion de la prueba estara en condiciones de operación, calibrado, limpio y siempre completo en todas sus partes.

- Cilindro de prueba
- Tapon dde hule
- Tubo irrigador
- botella
-soporte o dispositivo de posicionamiento
- manguera de hule
- pison
- capsula
- embido de boca ancha
- embudo para filtrado
- malla No. 4
- papel filtro
- balanza
- matraces erlenmeyer
- aguitador automatico o manual
- guantes de hule
- agua destilada
- componentes para una solucion de reserva.

+ cloruro de calcio anhidrido

+ glicerina USP

+ formaldehido RA (solucion volumetrica al 40%)

PREPARACION DE LA MUESTRA.

La preparacion de la muestra de materiales petreos, obtenida según se establece en el manual.

1.- se hace pasar la muestra por la malla No. 4 y si el material retenido en dicha malla presenta particulas finas adheridas, se frota entre las manos con guantes a fin de desprender y recuperar dichas particulas las cuales se añadiran al material que paso la malla. El material retenido en la malla se elimina.

2.- El material que paso la malla No. 4 es el que requerimos para realizar dicha prueba del cual solo se requerira el aproximado de 500 gr del que paso la malla.

3.- S e llena la capsula con este material hasta enrasar su superficie. Una vez llena, contendra aproximadamente 110 g de material suelto

Preparación de equipo.

La botella equipada con el equipo sifon se coloca de tal manera que la salida del liquido quede de tal manera a 92 cm de altura con relacion ala superficie de la mesa de trabajo.

Procedimiento de la prueba.

1.- Una vez preparado el sifon se sopla dentro de la botella por la parte superior o atravez de un pequeño tubo estando abierta la pinza, para que el sifon quede listo para uisarse.

Fig.42.-Solucion de trabajo.

2.- por medio del sifon, se introduce la solucion de trabajo al cilindro hasta una altura de 10 cm (4”)

Fig.43.-Llenado del cilindro con la solucion asta la altura de 4“.

3.- Con la ayuda de un embudo, se vacia al cilindro la de prueba la muestra de material contenida en la capsula, golpeando firmemente varias veces el fondo del cilindro con la palma de la mano para evitrar burbujas atrapadas y asi acelerar la saturacion.

Fig.44.- Colocacion del material con la ayuda de un embudo.

4.- Se deja reposar la muestra durante 10 minutos, se cierra el cilindro de prueba con un tapon y se agita durante 90 ciclos o 30 seguindos como el operador lo crea adecuado.

Fig.45.- Agitacion manual del cilindro.

5.- Concluida la agitacion, se coloca el cilindro sobre la mesa de trabajo y se le retira el tapon se inserta el tubo irrigador y se lavan las paredes del cilindro asiendolo de arriba hacia abajo asta concluir con el fondo, con el el fin de realizar la separacion entre el material arcilloso y el arenoso.

6.- Cuando el nivel de liquido llege a 38.1 cn (15”) medido sobre el cilindro de la escala de prueba, se extrae lentamente el tubo irrigador sin cortar el flujo de la solucion, de manera que el nivel del liquido se mantenga en las (15”) desues se retira el tubo.

Fig.46.-vLlenado del cilindro de prueba hasta la altura de 15”

7.- Se deja reposar el cilindro durante 20 minutos, avitando culquier movimiento o aguitacion durante este periodo las arenas se sedimentan y las arcillas continuan en suspensión.

8.- Se mide y se registra como (LNSfinos) el nivel superior de los finos en suspensión con aprox. De 2mm dicha lectura se realizara en total iluminacion que permitan apreciar claramente el nivel maximo de las particulas observando el cilinbro desde uno de sus lados, de manera que la linea de vision forme angulo recto con la pared del cilindro.

Fig.47.- Muestras reposando para la prueba equivalente de arenas.

9.- Acontinuacion se introduce lentamente la varilla con pison dentro del cilindro, cuidando de no formar turbulencias, hasta asta que la base descanse sobre las arenas, se observa el nivel de la parte superior del indicador en la escala del cilindro se le resta la altura y se registra como el nivel superior de arenas (LNSarenas).

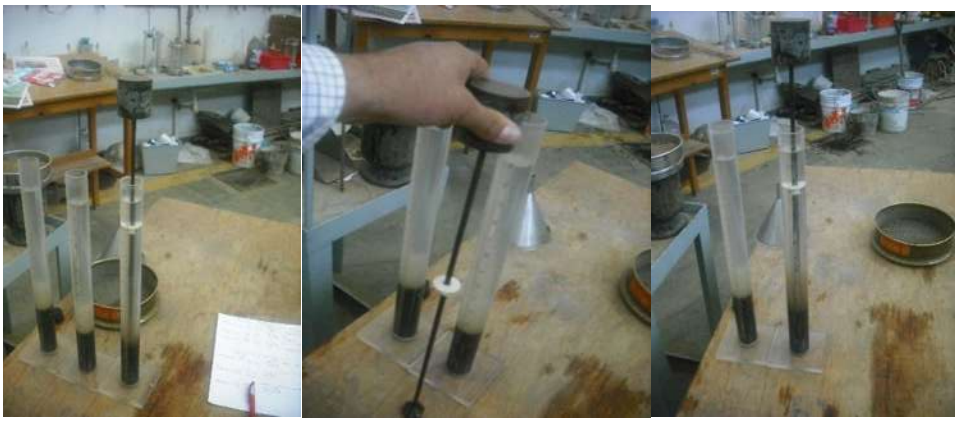


Fig.48.- Se toma la lectura de arena con la ayuda la varilla con pison.

10.- Una vez concluida la prueba, se limpia el cilindro tapandolo y agitandolo en posicion vertical se voltea y se destapa para vaciarlo inmediatamente.

CALCULOS

SE CALCULA Y SE REPORTA COMO RESULTADO DE LA PRUEBA EL EQUIVALENTE DE ARENAS, UTILIZANDO LA SIGUIENTE EXPRESION.

$$\%EA = \left(\frac{LNS_{arena}}{LNS_{finos}} \right) \times 100$$

Donde:

$\%EA$ = Equivalente de arena, (%)

LNS_{arena} = Nivel superior de la arena, (cm)

LNS_{finos} = Nivel superior de los finos, (cm)

2.10.- DESGASTE MEDIANTE LA PRUEBA DE LOS ANGELES DE MATERIALES PETREOS PARA MEZCLAS ASFALTICAS.

El objetivo de la prueba es determinar la resistencia a la trituración de los materiales pétreos empleados en mezclas asfálticas. La prueba consiste en colocar una muestra del material con características granulométricas especificas dentro de un cilindro giratorio, en donde es sometida al impacto de esferas metálicas durante un tiempo determinado, midiendo la variación granulométrica de la muestra como la diferencia entre la masa que pasa la malla N° 12 (1.7 mm de abertura), antes y después de haber sido sometida a este tratamiento.

EQUIPO Y MATERIALES.

El equipo para la ejecución de la prueba estará en condiciones de operación, calibrado, limpio y completo en todas sus partes. Todos los materiales por emplear serán de alta calidad.

------Máquina de los Ángeles ----- Esferas de hierro fundido o acero. ------Juego de mallas (Cribas) -------Horno

-------Balanza -------Maquina agitadora para las mallas -------Cucharon -------Charolas -------Agua

PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA

1.- Una vez separado y clasificado el material de la muestra, se elige el tipo de composición que se utilizara para integrar la muestra de la prueba, que mejor se asemeje a las características granulométricas obtenidas.

Tipo de composición de la muestra de prueba	Rango de tamaños		Masa de la fracción g	Carga abrasiva	
	mm	Designación		Número de esferas	Masa total g
A	37,5 - 25	1½" - 1"	1 250 ± 25	12	5 000 ± 25
	25 - 19	1" - ¾"	1 250 ± 25		
	19 - 12,5	¾" - ½"	1 250 + 10		
	12,5 - 9,5	½" - ⅜"	1 250 ± 10		
	Masa total de la muestra de prueba		5 000 ± 10		
B	19 - 12,5	¾" - ½"	2 500 ± 10	11	4 584 + 25
	12,5 - 9,5	½" - ⅜"	2 500 ± 10		
	Masa total de la muestra de prueba		5 000 + 10		
C	9,5 - 6,3	⅜" - ¼	2 500 ± 10	8	3 330 ± 20
	6,3 - 4,75	¼ - N°4	2 500 ± 10		
	Masa total de la muestra de prueba		5 000 ± 10		
D	4,75 - 2	N°4 - N°10	5 000 ± 10	6	2 500 ± 15

Tabla: Composición de la muestra de prueba y cargas abrasivas

2.- Se integra la muestra de prueba con las proporciones correspondientes a cada rango de tamaños, de acuerdo con las cantidades indicadas.

Fig.49.- Con las muestras correspondientes de cada material pesado se colocan dentro de la máquina.

3.-Se obtiene la masa de la muestra de prueba integrada, registrándola como Pi, con aproximación de 1 gr y se introduce a la máquina de Los Ángeles.

4.- Se define la cantidad de esferas requeridas y se verifica que su masa total cumpla con lo establecido. Hecho lo anterior, se introducen las esferas a la máquina de Los Ángeles y se hace funcionar a una velocidad angular de 30 a 33 rpm, durante 500 revoluciones.

Fig.50.- Colocación de las esferas requeridas dentro de la máquina.

5.- Se retira el material del interior de la maquina depositándolo en una charola. Se desecha la fracción de la muestra de prueba que pasa la malla N° 12 (1.7 mm de abertura), para lo que se puede hacer pasar el material por todas las mallas. Una vez desechado el material menor de 1.7 mm se lava la muestra de prueba con un chorro de agua y se seca en el horno a una temperatura de 110 ± 5°C hasta masa constante.

Fig. 51.- Se extrae el material des cilindro rotatorio.

Fig.52.- Se criba el material resultante por la malla No. 12 para así obtener el pf.

6.- Finalmente se deja enfriar la muestra de prueba a temperatura ambiente. Para determinar su masa aproximada de 0.1 g registrándola como Pf.

CALCULOS. Se calcula y se reporta como resultado de la prueba el desgaste o trituración como resultado de la prueba.

$$P_a = \left(\frac{P_i - P_f}{P_i} \right) \times 100$$

Donde:

P_a = Desgaste por trituración Los Ángeles, (%)

P_i = Masa inicial de la muestra de prueba, (g)

P_f = Masa final del material de la muestra de prueba mayor de 1,7 mm (malla N°12), (g)

2.11.- PARTICULAS ALARGADAS Y PARTICULAS LAJEADAS DE MATERIALES PETREOS PARA MEZCLAS ASFALTICAS.

Esta prueba permite determinar el contenido de partículas de forma alargada y lajeada presentes en los materiales pétreos empleados en mezclas asfálticas. La prueba consiste en separar el retenido en la malla No. 4de una muestra de material pétreo, para determinar la forma de cada partícula, empleando calibradores de espesor y longitud.

EQUIPO.
El equipo para la ejecución de la prueba estará en condiciones de operación, calibrado, limpio y completo en todos sus partes.

--- Juego de mallas. (2”, 1 ½” ,1”, ¾”, ½”,3/8”, ¼”, No. 4) --- Balanza ---- Maquina agitadora para la malla

---- Calibrador de espesores ---- Calibrador de longitudes ---- Cucharon ---- charolas

OBTENCION DE LA MUESTRA.

Esta prueba se realiza por duplicado, por lo cual se requieren dos muestras. Para la obtención de cada una de estas se aplicara cuarteo sucesivo, no se permitirá el ajuste de la masa ni la inclusión de tamaños para obtener la masa más aproximada ala determinada.

1.- Se selecciona una porción del material retenido en la malla No. 4 que contenga más de 200 piezas, la cual se somete a un proceso de cribado mediante uno de los métodos ya descritos considerando el arreglo de mallas indicado anteriormente.
2.- Se registra el número de partículas retenidas en cada malla verificando que al final el total de las partículas retenidas por todas las mallas sea de 200 piezas por lo menos como mínimo. Si el número de piezas es menor, se repetirá el procedimiento indicado en el inciso anterior, aumentando el tamaño de la muestra hasta obtener el número de piezas mencionado.
3.- La masa total de cada una de las dos muestras obtenidas, se designara como M1 y M2 respectivamente, en g.

Procedimiento de pruebas.

Para las partículas con formas alargadas.

1.- Para cada porción clasificada de cada una de las muestras de prueba, es decir del número de partículas retenidas en cada malla, se verifica que cada pieza pase por la ranura correspondiente del calibrador de longitud, buscando la posición tal que su dimensión mayor sea paralela al eje del calibrador.

Fig.53.- Muestra como pasan las particulas alargadas.

2.- Se reúnen todas las partículas que no hayan pasado por las ranuras del calibrador de longitudes y se determina su masa, designándola como m_a en g.

Para las partículas con forma de laja (aplanada).

1.- Para cada porción clasificada de cada una de las 2 muestras de prueba, es decir, del número de partículas retenidas en cada malla, se verifica que cada pieza pase por la ranura correspondiente del calibrador de espesores, buscando la posición más adecuada.

Fig.54.- Muestra la forma en que se pasan las partículas lajeadas

2.- Se reúne todas las partículas que hayan pasado por las ranuras del calibrador de espesores y se determina su masa, designándola como m_e en g.

Cálculos y resultados

Se calcula el porcentaje de las partículas con forma alargada, con relación a la masa de la muestra de prueba utilizada.

$$C_a = \left(\frac{m_a}{M}\right) \times 100$$

Donde:

C_a = Por ciento en masa de partículas con forma alargada, (%)

m_a = Masa de las partículas con forma alargada, determinada en cada una de las muestras de prueba, según corresponda, (g)

M = Masa total de la muestra para cada una de las muestras de prueba, es decir, M_1 ó M_2, según corresponda, (g)

2.- se calcula el porcentaje de las partículas con forma lajeada, con relación a la masa de la muestra de prueba utilizada.

$$C_p = \left(\frac{m_e}{M}\right) \times 100$$

Donde:

C_p = Por ciento en masa de partículas con forma de laja, (%)

m_e = Masa de las partículas con forma de laja, determinada en cada una de las muestras de prueba, según corresponda, (g)

M = Masa total de la muestra para cada una de las muestras de prueba, es decir, M_1 ó M_2, según corresponda, (g)

2.12.- MATERIALES PARA BASE HIDRAULICA.

CONTENIDO
Esta Norma contiene los requisitos de calidad que cumplirán los materiales que se utilicen en la construcción de bases hidráulicas de pavimentos asfálticos y de pavimentos de concreto hidráulico.

DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN
Son materiales granulares, que se colocan normalmente sobre la subbase o la subrasante, para formar una capa de apoyo para una carpeta asfáltica, para una capa de rodadura asfáltica o para una carpeta de concreto hidráulico.

Estos materiales, según el tratamiento que recibieron, pueden ser:

MATERIALES CRIBADOS
Son las arenas, gravas y limos, así como las rocas alteradas y fragmentadas, que al extraerlos quedan sueltos o pueden disgregarse mediante el uso de maquinaria y que para hacerlos utilizables, requieren de un tratamiento mecánico de cribado, con el equipo adecuado, para eliminar las partículas mayores que el tamaño máximo establecido en esta Norma y satisfacer la composición granulométrica.

MATERIALES PARCIALMENTE TRITURADOS
Son poco o nada cohesivos, como mezclas de gravas, arenas y limos, que al extraerlos quedan sueltos o pueden ser disgregados y que para

hacerlos utilizables, requieren un tratamiento mecánico de trituración parcial y cribado, con el equipo adecuado, para aprovechar las partículas mayores que el tamaño máximo establecido en esta Norma y satisfacer la composición granulométrica.

MATERIALES TOTALMENTE TRITURADOS

Son los materiales extraídos de un banco o pepenados, que requieren un tratamiento mecánico de trituración total y cribado, con el equipo adecuado, para satisfacer la composición granulométrica.

MATERIALES MEZCLADOS

Son los que se obtienen mediante la mezcla de dos o más de los materiales a que se refieren las Fracciones B.1. a B.3., en las proporciones necesarias para satisfacer los requisitos de calidad establecidos en esta Norma.

En cada caso la elección del tratamiento más conveniente corresponderá al Contratista de Obra, asegurándose que se cumplan los requisitos de calidad de esta Norma.

REQUISITOS DE CALIDAD PARA BASES DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS Y DE PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO

El material cribado, parcialmente triturado, totalmente triturado o mezclado, que se emplee en la construcción de bases para pavimentos asfálticos o para pavimentos de concreto hidráulico, cumplirá con los requisitos de calidad que se indican a continuación:

El material para la base hidráulica será cien (100) por ciento producto de la trituración de roca sana, cuando el tránsito esperado durante la vida útil del pavimento (ΣL) sea mayor de diez (10) millones de ejes equivalentes acumulados de ocho coma dos (8,2) toneladas; cuando ese tránsito sea de uno (1) a diez (10) millones, el material contendrá como mínimo setenta y cinco (75) por ciento de partículas producto de la trituración de roca sana y si dicho tránsito es menor un (1) millón, el material contendrá como mínimo cincuenta (50) por ciento de esas partículas.

Cuando inmediatamente después de la construcción de la base se coloque una carpeta de concreto hidráulico, el *material* para la base tendrá las características granulométricas que se establecen en la Tabla 1 y se muestran en la Figura 1, con los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 2 de esta Norma.

TABLA 1.- Requisitos de granulometría de los materiales para bases de pavimentos con carpetas de concreto hidráulico

Malla		Porcentaje que pasa
Abertura mm	Designación	
37,5	1½”	100
25	1”	70 - 100
19	¾”	60 - 100
9,5	⅜”	40 - 100
4,75	N°4	30 – 80
2	N°10	21 – 60

0,85	N°20	13 – 44
0,425	N°40	8 – 31
0,25	N°60	5 – 23
0,15	N°100	3 – 17
0,075	N°200	0 – 10

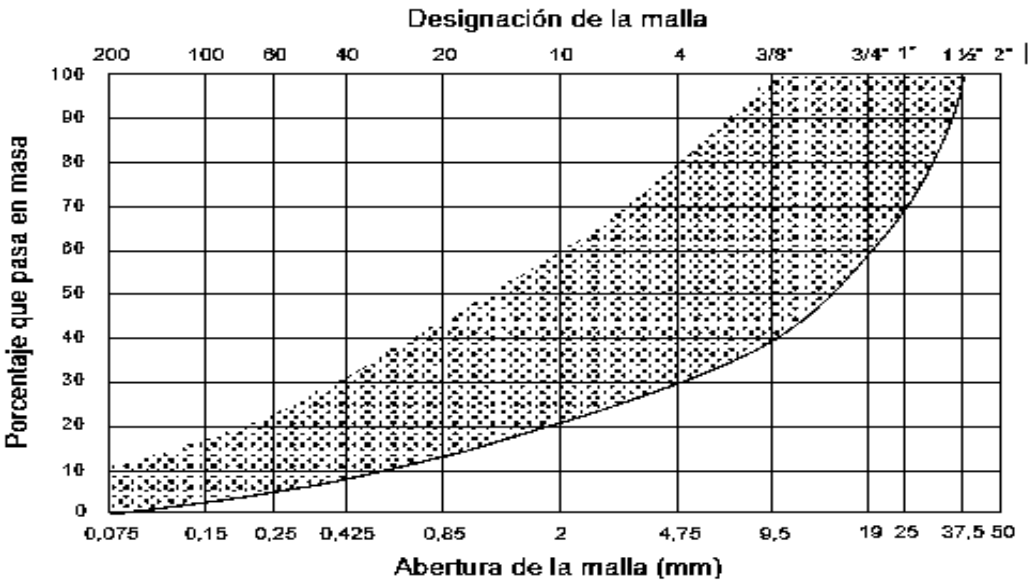


FIGURA 55.- Zona granulométrica recomendable de los materiales para bases de pavimentos con carpetas de concreto hidráulico

TABLA 2.- Requisitos de calidad de los materiales para bases de pavimentos con carpetas de concreto hidráulico

Característica	Valor %
Límite líquido[1], máximo	25
Índice plástico[1], máximo	6
Equivalente de arena, mínimo [1]	40
Valor Soporte de California (CBR), mínimo [1, 2]	80
Desgaste Los Ángeles, máximo [1]	35
Partículas alargadas y lajeadas, máximo	40
Grado de compactación [1, 3], mínimo	100

Cuando inmediatamente después de la construcción de la base se coloque una carpeta de mezcla asfáltica de granulometría densa, ya sea en caliente o en frío, el material para la base tendrá las características granulométricas que se establecen en la Tabla 3 y se muestran en la Figura 2, considerando que el

tamaño máximo de sus partículas no será mayor de veinte (20) por ciento del espesor de la base, con los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 4 de esta Norma, en función de la intensidad del tránsito en términos del número de ejes equivalentes acumulados, de ocho coma dos (8,2) toneladas, esperado durante la vida útil del pavimento (£L).

TABLA 3.- Requisitos de granulometría de los materiales para bases de pavimentos con carpetas de mezcla asfáltica de granulometría densa

Malla		Porcentaje que pasa [1]	
Abertura mm	**Designación**	**$\Sigma L \leq 10^6$ [2]**	**$\Sigma L > 10^6$ [2]**
75	3”	100	100
50	2"	85 - 100	85 - 100
37,5	1½”	75 - 100	75 - 100
25	1”	62 - 100	62 - 90
19	¾”	54 - 100	54 – 83
9,5	⅜”	40 - 100	40 – 65
4,75	N°4	30 – 80	30 – 50
2	N°10	21 – 60	21 – 36
0,85	N°20	13 – 44	13 – 25
0,425	N°40	8 – 31	8 – 17
0,25	N°60	5 – 23	5 – 12
0,15	N°100	3 – 17	3 – 9
0,075	N°200	0 – 10	0 – 5

Cuando sobre la base que se construya se coloque solamente un tratamiento asfáltico superficial, el material para la base tendrá las características granulométricas que se establecen en la Tabla 5 y se muestran, considerando que el tamaño máximo de sus partículas no será mayor de veinte (20) por ciento del espesor de la base, con los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 4 de esta Norma, en función de la intensidad del tránsito en términos del número de ejes equivalentes acumulados, de ocho coma dos (8,2) toneladas, esperado durante la vida útil del pavimento (£L).

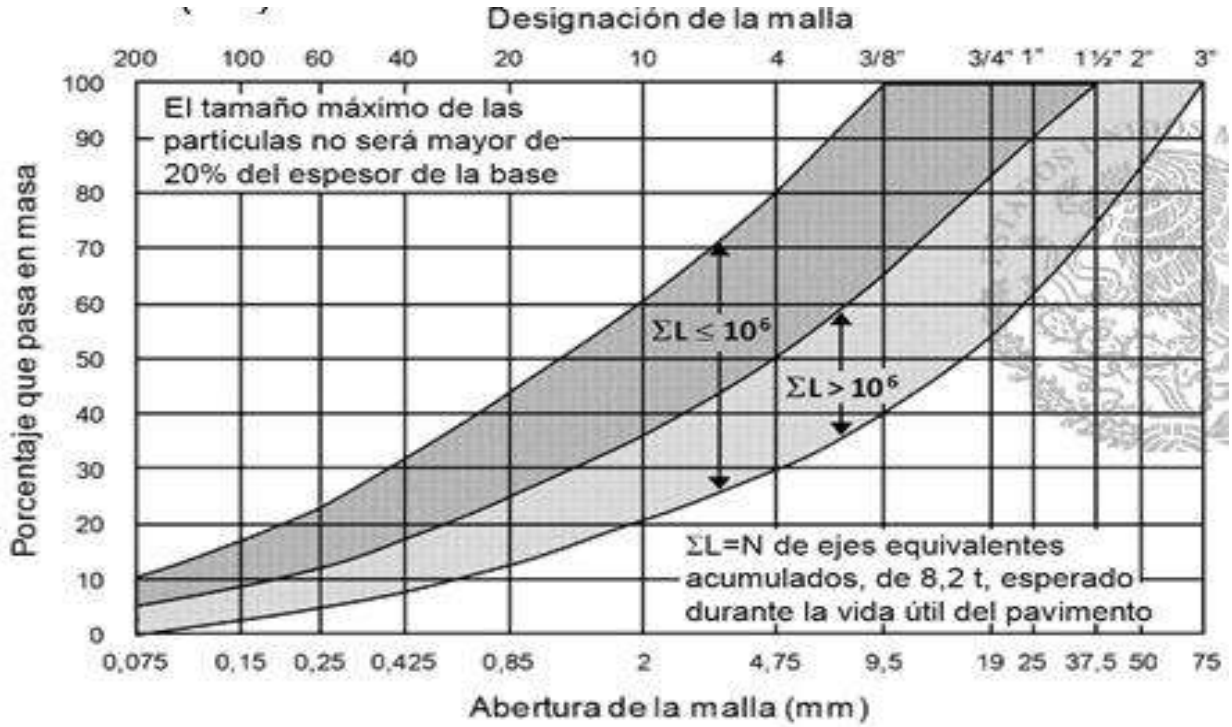


FIGURA 56.- Zonas granulométricas recomendables de los materiales para bases de pavimentos con carpetas de mezcla asfáltica de granulometría densa

La curva granulométrica del material por emplear, determinada mediante el procedimiento contenido en el Manual M·MMP·4·01·003, *Granulometría*, tendrá una forma semejante a la de las curvas que se muestran en las Figuras 1 a 3 de esta Norma, según sea el caso, sin cambios bruscos de pendiente. La relación entre el porcentaje en masa que pase la malla con abertura de cero coma cero setenta y cinco (0,075) milímetros (N°200) al que pase la malla con abertura de cero coma cuatrocientos veinticinco (0,425) milímetros (N°40) no será mayor de cero coma sesenta y cinco (0,65).

TABLA 4.- Requisitos de calidad de los materiales para bases de pavimentos asfálticos

Característica	Valor %	
	$\Sigma L \leq 10^6$ [1]	$\Sigma L > 10^6$ [1]
Límite líquido[2], máximo	25	25
Índice plástico[2], máximo	6	6
Equivalente de arena[2], mínimo	40	50
Valor Soporte de California (CBR) [2, 3], mínimo	80	100
Desgaste Los Ángeles[2], máximo	35	30
Partículas alargadas y lajeadas[2], máximo	40	35
Grado de compactación [2, 4], mínimo	100	100

TABLA 5.- Requisitos de granulometría de los materiales para bases que sean cubiertas sólo con un tratamiento asfáltico superficial

Malla		Porcentaje que pasa [1]	
Abertura mm	**Designación**	**$\Sigma L \leq 10^6$ [2]**	**$\Sigma L > 10^6$ [2]**
75	3”	100	100
50	2"	85 - 100	85 - 100
37,5	1½”	75 - 100	75 - 100
25	1”	62 - 100	62 - 90
19	¾”	54 - 100	54 – 83
9,5	⅜”	40 - 83	40 – 65
4,75	N°4	30 – 67	30 – 50
2	N°10	21 – 50	21 – 36
0,85	N°20	13 – 37	13 – 25
0,425	N°40	8 – 28	8 – 17
0,25	N°60	5 – 22	5 – 12
0,15	N°100	3 – 17	3 – 9
0,075	N°200	0 – 10	0 – 5

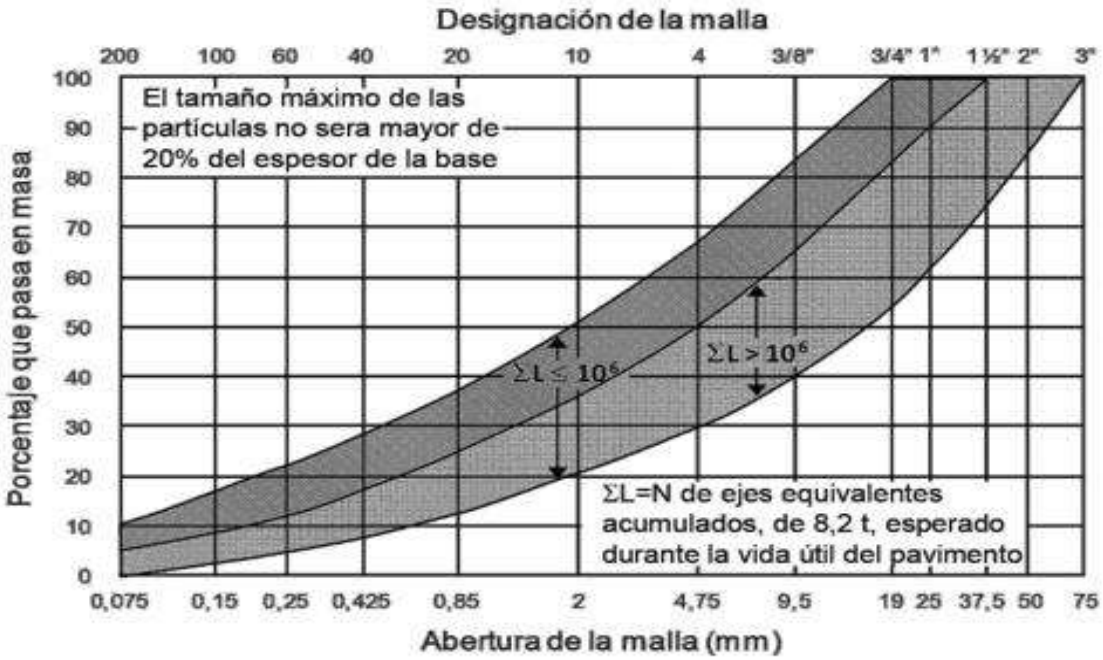


FIGURA 57.- Zonas granulométricas recomendables de los materiales para bases de pavimentos con solamente un tratamiento asfáltico superficial.

La granulometría del material obtenido en un banco, una vez sujeto al tratamiento mecánico, no cumple con los requisitos establecidos en esta Norma, se podrá mezclar con materiales de otros bancos, en la proporción adecuada para que cumpla con dichos requisitos, en ningún caso es aceptable mezclar con materiales finos que agreguen plasticidad a la mezcla. Una vez establecido el proporciona miento, el Contratista de Obra será el responsable de los procedimientos de mezclado de los materiales, para garantizar la homogeneidad de los mismos, evitando su segregación o degradación.

ALMACENAMIENTO

Con el propósito de evitar la alteración de las características de los materiales antes de su utilización en la obra, se tendrá cuidado en su almacenamiento, atendiendo los siguientes aspectos:

El material, una vez tratado mecánicamente, se almacenará en un sitio específicamente destinado para tal uso. Cuando dicho sitio no cuente con un firme, previo a su utilización:

- Se removerá la materia vegetal y se limpiará la superficie;
- se conformará, nivelará y compactará la superficie dejando una sección transversal uniforme que permita el drenaje y
- se colocará, compactará y mantendrá sobre el terreno, una capa de quince (15) centímetros de espesor como mínimo, utilizando el mismo material por almacenar, para evitar la contaminación del material que se coloque encima.

Durante el almacenamiento se evitará la circulación de vehículos sobre los montículos de materiales, pero en caso de que esto sea estrictamente necesario, se colocará un camino de tablas para evitar la contaminación y degradación del material o bien se usara una banda transportadora.

Para evitar que se mezclen los diferentes materiales de distintos montículos, estos estarán lo suficientemente alejados uno del otro o separados entre sí por barreras colocadas con tal propósito.

Cuando el material no vaya a usarse por un periodo prolongado, será recomendable cubrirlo con lonas para protegerlo de la intemperie.

CRITERIOS PARA ACEPTACIÓN O RECHAZO

La aceptación de los materiales por parte de la Secretaría, se hará teniendo en cuenta lo siguiente:

El responsable del estudio geotécnico del banco, determinará a nivel de estudio, que el material cumple con las características y los requisitos de calidad indicados en esta Norma, según el tipo de material requerido en el proyecto, probando muestras obtenidas como se establece en el Manual M·MMP·4·01·001, *Muestreo de Materiales para Revestimiento, Subbase y Base*, mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma, e indicará en cada caso, el tratamiento mecánico a que deba sujetarse el material.

En caso de que el Contratista de Obra seleccione el banco, será responsable de demostrar que el material cumple con las características y los requisitos de calidad señalados en esta Norma, con base en lo indicado en la Fracción anterior y de realizar, cuando proceda, el estudio para su tratamiento mecánico y obtener la aprobación por parte del Residente. El Contratista de Obra entregará a la Secretaría un certificado de calidad que garantice el cumplimiento de todos los requisitos establecidos en esta Norma, expedido por su laboratorio o por un laboratorio externo, aprobados por la Secretaría.

Durante el proceso de producción, con objeto de controlar la calidad del material, el Contratista de Obra, por cada trescientos (300) metros cúbicos o fracción del material pétreo de un mismo tipo, extraído del banco y una vez tratado mecánicamente, realizará las pruebas necesarias que aseguren que cumple con la granulometría y el equivalente de arena, indicados en esta Norma, y entregará a la Secretaría los resultados de *dichas pruebas. Las pruebas se realizarán en muestras obtenidas como se establece en el Manual M·MMP·4·01·001, Muestreo de Materiales para Revestimiento, Subbase y Base, mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma. Será motivo de rechazo por parte de la Secretaría, el incumplimiento de cualquiera de los requisitos mencionados en esta Fracción.*

Además de lo señalado en la Fracción anterior, el Contratista de Obra, por cada tres mil (3 000) metros cúbicos o fracción del material pétreo de un mismo tipo, extraído del banco y una vez tratado mecánicamente, realizará las pruebas necesarias que aseguren que cumple con todos los valores

establecidos en esta Norma, y entregará a la Secretaría los resultados de dichas pruebas. Las pruebas se realizarán en muestras obtenidas como se establece en el Manual M·MMP·4·01·001, *Muestreo de Materiales para Revestimiento, Subbase y Base*, y mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma. Será motivo de rechazo por parte de la Secretaría, el incumplimiento de cualquiera de los requisitos establecidos.

Una vez tendida y compactada la capa de la base, el Contratista de Obra realizará las pruebas necesarias que aseguren que el material cumple con los contenidos de grava, arena y finos propios de la granulometría que corresponda, determinados mediante el procedimiento simplificado que se indica en la Norma M·MMP·4·01·003, *Granulometría* y con el equivalente de arena, según lo señalado en esta Norma, probando muestras obtenidas.

2.13.- MATERIALES PARA SUBBASES.

CONTENIDO
Esta Norma contiene los requisitos de calidad que cumplirán los materiales que se utilicen en la construcción de la capa de subbase para pavimentos asfálticos.

DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN
Son materiales granulares, que se colocan normalmente sobre la subrasante, para formar una capa de apoyo para la base de pavimentos asfálticos.

Estos materiales, según el tratamiento que recibieron, pueden ser:

MATERIALES NATURALES
Son las arenas, gravas y limos, así como rocas muy alteradas y fragmentadas, que al extraerlos quedan sueltos o pueden disgregarse mediante el uso de maquinaria y que, por cumplir con los requisitos de calidad establecidos en esta Norma, no requieren de tratamiento mecánico alguno para ser utilizados.

MATERIALES CRIBADOS
Son las arenas, gravas y limos, así como las rocas alteradas y fragmentadas, que al extraerlos quedan sueltos o pueden disgregarse mediante el uso de maquinaria y que para hacerlos utilizables, requieren de un tratamiento mecánico de cribado, con el equipo adecuado, para eliminar las partículas mayores que el tamaño máximo establecido en esta Norma y satisfacer la composición granulométrica

MATERIALES PARCIALMENTE TRITURADOS
Son poco o nada cohesivos, como mezclas de gravas, arenas y limos, que al extraerlos quedan sueltos o pueden ser disgregados y que para ser utilizables, requieren un tratamiento mecánico de trituración parcial y cribado, con el equipo adecuado, para aprovechar las partículas mayores que el tamaño máximo establecido en esta Norma y satisfacer la composición granulométrica.

MATERIALES TOTALMENTE TRITURADOS
Son los materiales extraídos de un banco o pepenados, que requieren un tratamiento mecánico de trituración total y cribado, con el equipo adecuado, para satisfacer la composición granulométrica.

MATERIALES MEZCLADOS
Son los que se obtienen mediante la mezcla de dos o más de los materiales a que se refieren las Fracciones B.1. a B.4., en las proporciones necesarias para satisfacer los requisitos de calidad establecidos en esta Norma.
En cada caso la elección del tratamiento más conveniente corresponderá al Contratista de Obra, asegurándose que se cumplan los requisitos de calidad de esta Norma.

REQUISITOS DE CALIDAD PARA SUBBASES DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

El material natural, cribado, parcialmente triturado, totalmente triturado o mezclado, que se emplee en la construcción de subbases para pavimentos asfálticos, cumplirá con los requisitos de calidad que se indican a continuación:

El material tendrá las características granulométricas que se establecen en la Tabla 1 y se muestran en la Figura 1, considerando que el tamaño máximo de sus partículas no será mayor de veinticinco (25) por ciento del espesor de la subbase, con los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 2 de esta Norma, en función de la intensidad del tránsito en términos del número de ejes equivalentes acumulados, de ocho coma dos (8,2) toneladas, esperado durante la vida útil del pavimento (ΣL).

TABLA 1.- Requisitos de granulometría de los materiales para subbases de pavimentos asfálticos

Malla		Porcentaje que pasa [1]	
Abertura mm	**Designación**	**$\Sigma L \leq 10^6$ [2]**	**$\Sigma L > 10^6$ [2]**
75	3”	100	100
50	2”	85 - 100	85 - 100
37,5	1½”	75 - 100	75 - 100
25	1”	62 - 100	62 - 100
19	¾”	54 - 100	54 - 100
9,5	⅜”	40 - 100	40 - 100
4,75	N°4	30 - 100	30 - 80
2	N°10	21 - 100	21 - 60
0,85	N°20	13 - 92	13 - 45
0,425	N°40	8 - 75	8 - 33
0,25	N°60	5 - 60	5 - 26
0,15	N°100	3 - 45	3 - 20
0,075	N°200	0 – 25	0 – 15

La curva granulométrica del material por emplear, determinada mediante el procedimiento contenido en el Manual M·MMP·4·01·003, *Granulometría*, tendrá una forma semejante a la de las curvas que se muestran en la Figura 1 de esta Norma, sin cambios bruscos de pendiente. La relación entre el porcentaje en masa que pase la malla con abertura de cero coma cero setenta y Cinco (0,075) milímetros (N°200) al que pase la malla con abertura de cero coma cuatrocientos veinticinco (0,425) milímetros (N°40) no será mayor de cero coma sesenta y cinco (0,65)

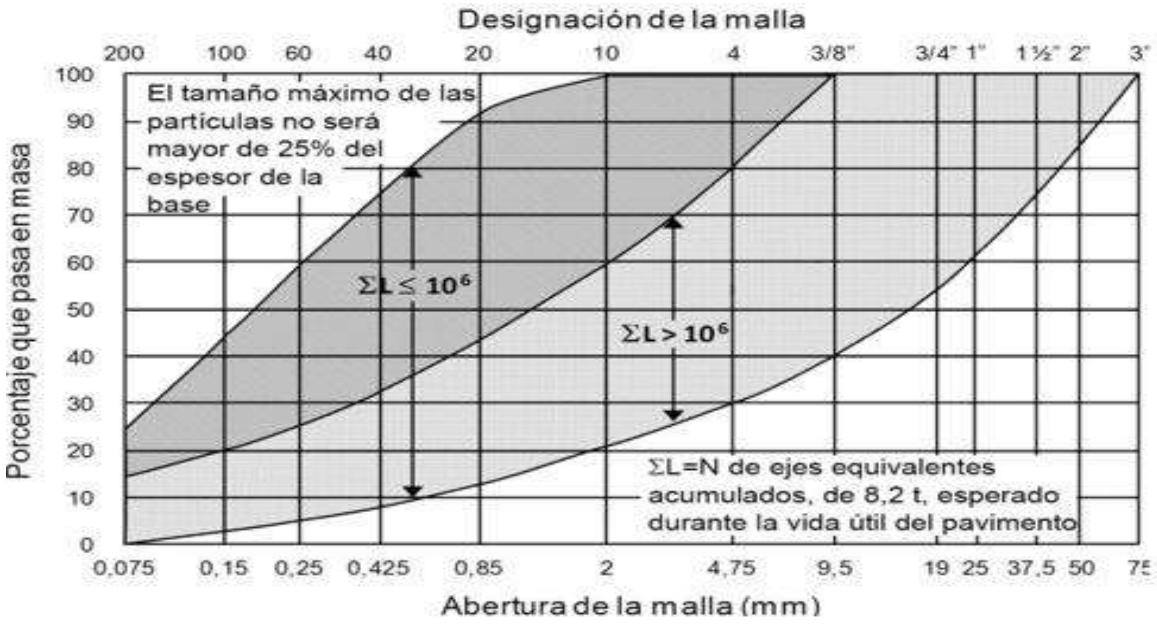


FIGURA 58.- Zonas granulométricas recomendables de los materiales para subbases de pavimentos asfálticos

TABLA 2.- Requisitos de calidad de los materiales para subbases de pavimentos asfálticos

Característica	Valor %	
	$\Sigma L \leq 10^6$ [1]	$\Sigma L > 10^6$ [1]
Límite líquido[2], máximo	30	25
Índice plástico[2], máximo]	10	6
Valor Soporte de California (CBR) [2, 3], mínimo	50	60
Equivalente de arena[2], mínimo	30	40
Desgaste Los Ángeles[2], máximo	50	40
Grado de compactación[2, 4], mínimo	100	100

Si la granulometría del material obtenido en un banco, una vez sujeto al tratamiento mecánico, no cumple con los requisitos establecidos en esta Norma, se podrá mezclar con materiales de otros bancos, en la proporción adecuada para que cumpla con dichos requisitos, en ningún caso es aceptable mezclar con materiales finos que agreguen plasticidad a la mezcla. Una vez establecido el proporciona miento, el Contratista de Obra será el responsable de los procedimientos de mezclado de los materiales, para garantizar la homogeneidad de los mismos, evitando su segregación o degradación.

ALMACENAMIENTO

Con el propósito de evitar la alteración de las características de los materiales antes de su utilización en la obra, se tendrá cuidado en su almacenamiento, atendiendo los siguientes aspectos:

El material cuando sea natural o una vez tratado mecánicamente, se almacenará

en un sitio específicamente destinado para tal uso. Cuando dicho sitio no cuente con un firme, previo a su utilización:

---Se removerá la materia vegetal y se limpiará la superficie;

---Se conformará, nivelará y compactará la superficie dejando una sección transversal uniforme que permita el drenaje y

---Se colocará, compactará y mantendrá sobre el terreno, una capa de quince (15) centímetros de espesor como mínimo, utilizando el mismo material por almacenar, para evitar la contaminación del material que se coloque encima.

Durante el almacenamiento se evitará la circulación de vehículos sobre los montículos de materiales, pero en caso de que esto sea estrictamente necesario, se colocará un camino de tablas para evitar la contaminación y degradación del material o bien se usara una banda transportadora.

Para evitar que se mezclen los diferentes materiales de distintos montículos, estos estarán lo suficientemente alejados uno del otro o separados entre sí por barreras colocadas con tal propósito.

Cuando el material no vaya a usarse por un periodo prolongado, será recomendable cubrirlo con lonas para protegerlo de la intemperie

CRITERIOS PARA ACEPTACIÓN O RECHAZO

La aceptación de los materiales por parte de la Secretaría, se hará teniendo en cuenta lo siguiente:

El responsable del estudio geotécnico del banco, determinará a nivel de estudio, que el material cumple con las características y los requisitos de calidad indicados en esta Norma, según el tipo de material requerido en el proyecto, probando muestras obtenidas como se establece en el Manual M·MMP·4·01·001, *Muestreo de Materiales para Revestimiento, Subbase y Base*, mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma, e indicará en cada caso, el tratamiento mecánico a que deba sujetarse el material.

En caso de que el Contratista de Obra seleccione el banco, será responsable de demostrar que el material cumple con las características y los requisitos de calidad señalados en esta Norma, con base en lo indicado en la Fracción anterior y de realizar, cuando proceda, el estudio para su tratamiento mecánico y obtener la aprobación por parte del Residente. El Contratista de Obra entregará a la Secretaría un certificado de calidad que garantice el cumplimiento de todos los requisitos establecidos en esta Norma, expedido por su laboratorio o por un laboratorio externo, aprobados por la Secretaría.

Durante el proceso de producción, con objeto de controlar la calidad del material, el Contratista de Obra, por cada doscientos (200) metros cúbicos o fracción del material pétreo de un mismo tipo, extraído del banco y, en su caso, una vez tratado mecánicamente, realizará las pruebas necesarias que aseguren que cumple con la granulometría y el equivalente de arena, indicados en esta Norma, y entregará a la Secretaría los resultados de dichas pruebas. Las

pruebas se realizarán en muestras obtenidas como se establece en el Manual M·MMP·4·01·001, *Muestreo de Materiales para Revestimiento, Subbase y Base*, mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma.

Además de lo señalado en la Fracción anterior, el Contratista de Obra, por cada dos mil (2 000) metros cúbicos o fracción del material pétreo de un mismo tipo, extraído del banco y, en su caso, una vez tratado mecánicamente, realizará las pruebas necesarias que aseguren que cumple con todos los valores establecidos en esta Norma, y entregará a la Secretaría los resultados de dichas pruebas. Las pruebas se realizarán en muestras obtenidas como se establece en el Manual M·MMP·4·01·001, *Muestreo de Materiales para Revestimiento, Subbase y Base*, y mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma. Será motivo de rechazo por parte de la Secretaría, el incumplimiento de cualquiera de los requisitos establecidos.

Una vez tendida y compactada la capa de la subbase, el Contratista de Obra realizará las pruebas necesarias que aseguren que el material cumple con los contenidos de grava, arena y finos propios de la granulometría que corresponda, determinados mediante el procedimiento simplificado que se indica en el Manual M·MMP·4·01·003, *Granulometría* y con el equivalente de arena, según lo señalado en esta Norma, probando muestras obtenidas al azar, en promedio cada trescientos (300) metros del tramo tendido y compactado, mediante un procedimiento basado en tablas de números aleatorios, conforme a lo indicado en el Manual M·CAL·1·02, *Criterios Estadísticos de Muestreo*, así como con el grado de compactación establecido en esta Norma, en el proyecto o señalado por la Secretaría, de acuerdo con lo indicado en la Fracción H.3. De la Norma N·CTR·CAR·1·04·002, *Subbases y Bases* o en la Fracción H.2. de la Norma N·CSV·CAR·4·02·004, *Construcción de Subbases o Bases Hidráulicas*, según sea el caso, mediante el procedimiento contenido en el Manual M·MMP·4·01·011, *Grado de Compactación* y entregará a la Secretaría los resultados de dichas pruebas.

En cualquier momento, la Secretaría podrá verificar que el material suministrado cumpla con cualquiera de los requisitos de calidad establecidos en esta Norma, siendo motivo de rechazo el incumplimiento de alguno de ellos.

3.-PRUEBAS DE LABORATORIO.

3.1.- BANCO DE MATERIALES PETREOS EL HUNGARO

A) DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DE LOS BANCOS DE MATERIALES.

Banco el húngaro, Apatzingán, Michoacán.

Se procedió a visitar el banco de material ubicado en la ciudad de Apatzingán,

Tal banco está ubicado en la zona norte de dicha ciudad estando en la ciudad es muy fácil su ubicación ya que es el único cerro que resalta y en el cual se encuentran todas las antenas de radio comunicación.

La inspección inicial nos indicó que se trataba de un banco explotable, cuyo material es de tipo granular.

Lo cual se aprecia en las siguientes imágenes:

En este banco encontramos 2 tipos de materiales diferentes los cuales se presentaran a continuación.

----- MUESTRA 1

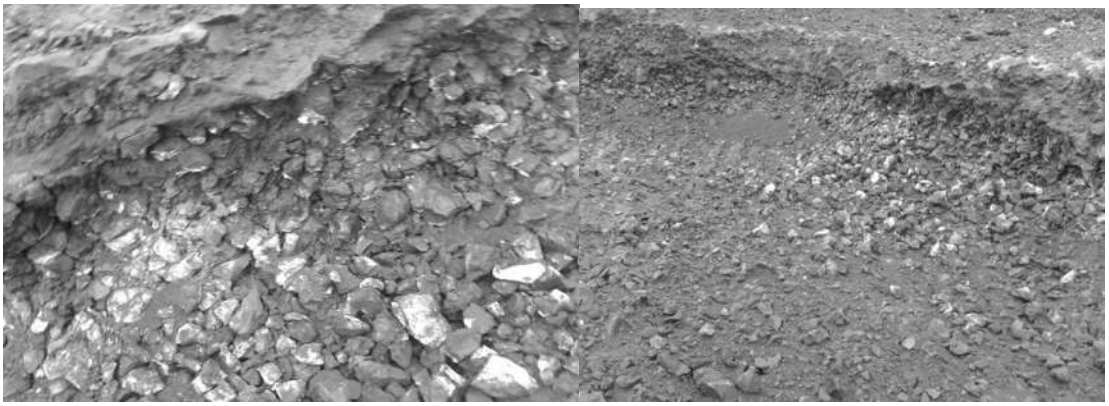


Fig.59.- Imágenes de los materiales extraidos de la visita a banco el hungaro.

Fig.60.- Muestreo del material a ser estudiado

Fig.61.- Foto panoramica del lugar

3.1.1.- GRANULOMETRIA DE LOS MATERIALES.

Tomamos las muestras del banco de materiales y procedimos a realizar la granulometría correspondiente a cada material con la finalidad de conocer las características granulométricas, y los pesos volumétricos, y de acuerdo con la clasificación sucs determinar qué tipo de material tenemos.

OPERADOR:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ		FECHA:			ENSAYE No:	1
PESO BRUTO	19545	gr	OBRA:	BANCO EL HUNGARO			
TARA	3720	gr	VOL.	10540	cm3	VOL. (Lts)	10.54
PESO NETO	15825	gr	PESO VOL.		1.501423	kg/cm3	

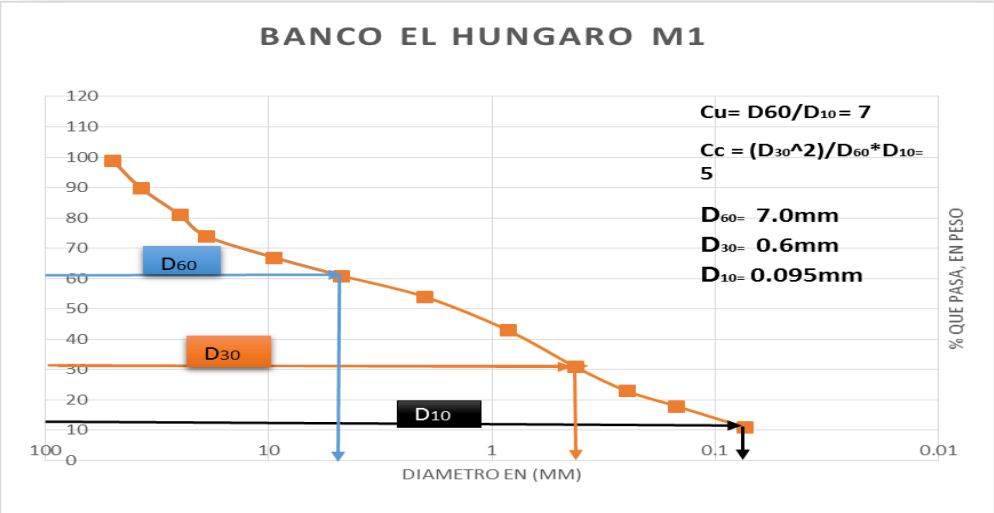
COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL MATERIAL EN MALLA No 4

MALLA	PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA LA MALLA
3"	0	0	0	100
2 1/2"	0	0	0	100
2"	180	1	1	99
1 1/2"	1455	9	10	90
1"	1370	9	19	81
3/4"	1000	7	26	74
3/8"	1060	7	33	67
No. 4	1020	6	39	61
PASA No.4	9740	61	100	0
SUMA	15825	100		

DETERMINACION DE LA COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA No.4 (POR LAVADO)

OPERADOR	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ		FECHA	
MALLA	PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA LA MALLA
10	23.5	7	7	54
20	36.8	11	18	43
40	39.8	12	30	31
60	25.9	8	38	23
100	14.5	5	43	18
200	22.8	7	50	11
PASA No. 200	36.7	11	61	0
SUMA	200	61		

ABSORCION DENSIDAD Y DESGASTE				
PESO HUMEDO (Pw)-(1),gr	200	Vol.(C.C. DESALOJADO).... (4)	200	ml
PESO SECO (PS)-(2),gr	167.7	PESO SECO (Ps), gr..... (2)	392.5	gr
% HUMEDAD (1)-(2)=3	19.26	DENS. REL. APARENTE 2/4	1.96	



La grafica presentada representa en comportamiento de las granulometrías del material de acuerdo al retenido en cada uno de las mallas y los D60, D30, D10 los tomamos para en base a esos resultados conocer la clasificación del material de acuerdo a la tabla sucs.

3.1.2.- LIMITES DE CONSISTENCIA.

Los límites de consistencia se realizaron con la finalidad de conocer el tipo de material y basándonos en las normas de sct de los cuales no se obtuvo resultado ya que es un material inerte y los limites resultaron inapreciables.

OBRA:	BANCO HUNGARO MUESTRA 1				FECHA:	26 DE SEPTIEMBRE DE 2013				
LOCALIZACION:	APATZINGAN MICHOACAN									
SONDEO No:	1	ENSAYE No.	1		OPERADOR:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ				
MUESTRA No:	1	PROF:	NTN		CALCULO:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ				
DESCRIPCION:										
LIMITE LIQUIDO										
PRUEBA No.	CAPSULA No.	NUMERO DE GOLPES			PESO DE LA CAPSULA + SUELO HUMEDO	PESO DE LA CAPSULA + SUELO SECO	PESO DEL AGUA	PESO DE LA CAPSULA	PESO DEL SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA (W)
					gr	gr	gr	gr	gr	%
		INAPRESIABLE								
LIMITE PLASTICO										
		INAPRESIABLE								
HUMEDAD NATURAL										
CONTRACCION LINEAL:			LONGITUD INICIAL			LONGITUD FINAL			% CONTRACCION	
			9.97			9.97			0	
CONTRACCION VOLUMETRICA:										

3.1.3.- DENSIDAD DE SOLIDOS.

Siguiendo las pruebas índice de los materiales se realizó la prueba para conocer el peso específico relativo de los sólidos del material del cual obtuvimos resultados apropiados ya que por lo regular la densidad de solidos de estos materiales oscila entre 2.6 y 2.8.

OBRA:	BANCO EL HUNGARO MUESTRA 1		
LOCALIZACION:	APATZINGAN MICHOACAN		
SONDEO No:	1	ENSAYE No:	1
MUESTRA No:	1	PROFUNDIDAD:	NTN
DESCRIPCION DEL MATERIAL:	MATERIAL DE TIPO VOLCANICO		
FECHA:	6 DE OCTUBRE DE 2013	OPERADOR:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ
		CALCULO:	PEDRO GUSTACO MARTINEZ ORTIZ

PRUEBA No:			
MATRAZ No:			12
Wfsw (gr)			724.5
Temperatura (ºc)			26
Wfw (gr)			693.391
Capsula de evaporacion No.			3
Peso de la capsula muestra seca (gr)			703.6
Peso capsula (gr)			654.2
Ws (gr)			49.4
Ss			2.701

Wfsw	Peso del matraz + Agua + Muestra a T C
Wfw	Peso del matraz + Agua + Muestra a T C (Dela curva de calibracion del matraz
Ws	Peso del suelo seco
Ss	Peso especifico relativo de los solidos = ((Ws)/Wfw+ws-Wfsw)
OBSERVACIONES:	

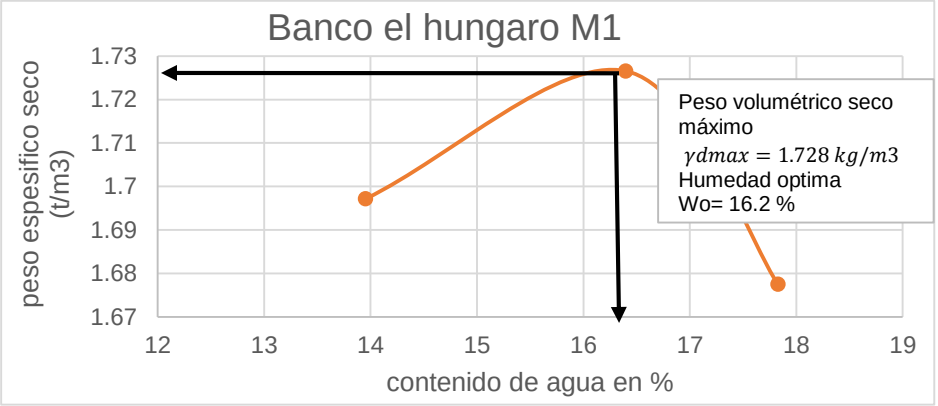
La prueba se realizó con base en la normativa y se tomaron 3 muestras con 3 distintos matraces pero solo se muestra 1 ya que los resultados anteriores nos dieron erróneos debido a un error humano y por lo tanto fueron descartados.

3.1.4.- COMPACTACION AASHTO.

OPERADOR:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ		CALCULISTA:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ			FECHA:		
OBRA:	BANCO EL HUNGARO MUESTRA 1			TIPO DE PRUEBA		PORTER MODIFICADA			
LOCALIZACION:	APATZINGAN MICHOACAN			MOLDE No	1	VOL: (CM3)	2114.765	PESO (gr)	3670
SONDEO	1	ENSAYE No	1	PESO MARTILLO (gr)		4500	ALT. CAIDA (CM)		30.5
MUESTRA No	1	PROF:	NTN	No. DE CAPAS		5	GOLPES POR CAPA		56
DESCRIPCION									

PRUEBA No.	500 ml	540 ml	600 ml	660 ml		
PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	7760	7860	7920	7850		
PESO DEL MOLDE (gr)	3670	3670	3670	3670		
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	4090	4190	4250	4180		
PESO ESPECIFICO HUMEDO (Tn/M3)	1.9340	1.9813	2.0097	1.9766		
CAPSULA No.	1	1	1	1		
PESO DE LA CAPSULA + SUELO HUMEDO (gr)	306	273.4	348.5	231.3		
PESO DE LA CAPSULA + SUELO SECO (gr)	266.2	235.1	299.4	196.3		
PESO DEL AGUA (gr)	39.8	38.3	49.1	35		
PESO DE LA CAPSULA (gr)						
PESO DEL SUELO SECO (gr)	285.2	235.1	299.4	196.3		
CONTENIDO DE AGUA EN %	13.9551	16.2909	16.3995	17.8299		
PESO ESPECIFICO SECO (Tn/m3)	1.69717785	1.703750623	1.72653676	1.6774857		
RELACION DE VACIOS: e						

PESO ESPECIFICO SECO= (PESO ESPECIFICO HUMEDO/1+ CONTENIDO DE AGUA)



La prueba porter modificada consiste en obtener tanto el peso volumétrico seco máximo así como la humedad optima de ese material y por ello creamos la siguiente tabla y grafica que presentamos en las cuales se hizo a base de tanteos donde a un mismo material únicamente le variábamos distintas humedades para con ello encontrar la curva de saturación del material y poder encontrar los valores ya mencionados estos tanteos re realizaron basándonos en la normativa de la SCT.

3.1.5.- VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR).

VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR)				
Nombre del banco	HUNGARO MUESTRA 1		Ensaye	1
Estudio que se le va a efectuar	AASTHO-CBR			
Procedencia	APATZINGAN MICHOACAN			
RESISTENCIA A LA PENETRACION (kg)		X(mm)	Y(kg)	CBR
	0.64mm	35	305.7	22.5
	1.27mm	89	756.6	55.6
	1.91mm	153	1291.0	94.9
	2.54mm	219	1842.1	135.4
	5.08mm	336	2819.0	207.3
	7.62mm	449	3762.6	276.7
	10.16mm			
	12.70mm			

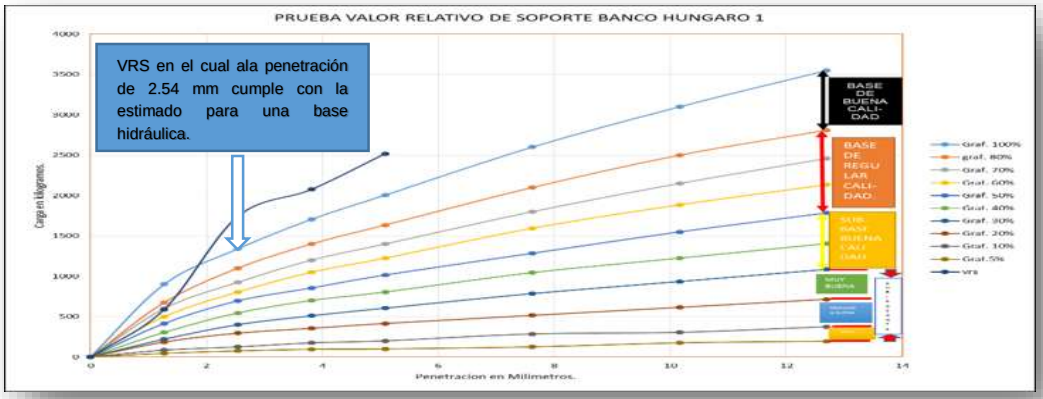
3.1.6.- COMPACTACION PORTER.

Otra forma de determinar tanto el peso volumétrico seco máximo y la humedad optima del material en estudio es la compactación porter solo que en este caso es una prueba estática la cual es menos exacta que la AASHTO ya que los resultados es por apreciación y experiencia del que realiza dicha prueba y se realizaron los 2 métodos con la finalidad de encontrar una comparativa de la dos pruebas.

Nombre del banco			HUNGARO MUESTRA 1			Ensaye	1		
Estudio que se le va a efectuar			Porter-VRS			Fecha de iniciacion.		23/10/2013	
Procedencia			APATZINGAN MICHOACAN			Fecha de terminacion.		27/10/2013	
Dtos de molde:		altura (cm)=	12.74	diametro(cm)=	15.7	Laboratorista.		Gustavo Martinez	
Area	193.59325	rm(t/m3)=	1.6218	rdmax(t/m3)=	1.4184	DATOS GENERALES DEL MOLDE			
Ph(gr)=	122.8	Ps(gr)=	107.4	Wo(%)=	14.3389				
h2(lec.prom)	2.09	he=h2-h1	10.65						
Numero del molde						6			
Volumen del molde					2466.3780				
Peso (p1) del molde					3.075				PROMEDIO
Altura borde sup. Collarin a pl. de carga (cm)					L1= 2.03	L2= 2.07	L3= 2.2	L4= 2.05	2.09
Peso especifico seco maximo (rdm) kg/m3									
Humedad que contiene el material (w1)									
Grado de compactacion © %					8.09	8.09	8.09	8.09	8.09
peso especifico seco kg/m3; rd= (c/100) (rdm)									
RESISTENCIA A LA PENETRACION (kg)					X(mm)	Y(kg)	VRS		
			1.27 mm		69	589.59	43.352		
			2.54 mm		207	1741.89	128.080		
			3.81 mm		247	2075.89	152.639		
			5.08 mm		300	2518.44	185.179		
			7.62 mm						
			10.16 mm						
			12.70 mm						

3.1.7.- VALOR RELATIVO DE SOPORTE (VRS)

Al graficar los datos obtenidos de la prueba porter con la finalidad de compararlos con la gráfica podemos darnos cuenta que el material es muy adecuado para ser utilizado en una dase hidráulica por lo tanto el material cumple con la especificación para base.



3.1.8.- EQUIVALENTE DE ARENAS.

La prueba equivalente de arenas es una prueba importante que te pide en la normativa para bases hidráulicas con la cual podemos determinar las cantidades de arena y arcilla que tenemos en el material y de la cual nos dice que como mínimo debemos de tener de arena entre 40 y 50 % en el caso de nuestro material es de buena calidad ya que tenemos más de 77 % de arenas.

PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3	
LEC. ARCILLA (PULG.)	LEC. ARENA (PULG.)	LEC. ARCILLA (PULG.)	LEC. ARENA (PULG.)	LEC. ARCILLA (PULG.)	LEC. ARENA (PULG.)
5	4.1	4.7	3.4	4.8	3.8
RESULTADOS %		RESULTADOS %		RESULTADOS %	
82		72.3404		79.1667	
	PROMEDIO		**77.8357**		
	%EQ. ARENAS= (LNSarena/LNSarcilla)				

3.1.9.- DESGASTE DE LOS ANGELES.

Para el banco de materiales el húngaro y el material 1 respecto a la prueba desgaste de los ángeles se obtuvo que es un material tipo 1A y al realizarle la prueba pertinente el material aprobó satisfactoriamente respecto a lo especificado por la norma.

NOMBRE DEL BANCO	MUESTRA	TIPO DE MATERIAL	PESO INICIAL (gr)	PESO FINAL (gr)	% DE DESGASTE
HUNGARO	1	A	4985	3770	24.373
HUNGARO	2	B	5000	3730	25.4
SAN JUAN	1	C	5000	3710	25.8
GUAYABAL	2	A	5005	3945	21.179
GUAYABAL	1	B	5000	4125	17.500
MILPILLAS	2	A	5010	3920	21.756
	$\% \text{ de Desgaste} = \frac{Pi - Pf}{Pi} * 100$				

3.1.10.- PARTICULAS ALARGADAS Y PARTICULAS LAJEADAS.

Con respecto a las partículas lajeadas y alargadas deducimos que tiene poca presencia de estas ya que más bien el material tiende a ser redondeado.

HUNGARO MUESTRA 1					
ALARGADAS			LAJEADAS		
P. Total muestra	P. que pasa	% pasa	P. Total muestra	P. que pasa	% pasa
1060	150.5	14.20	1025	161.3	15.74

3.2.- BANCO DE MATERIALES PETREOS EL HUNGARO ---- MUESTRA 2

Fig.62.- MATERIAL ENCONTRADO EN EL BANCO DE MATERIIAL LLAMADO EL HUNGARO

Fig.63.- MUESTREO DEL MATERIAL ENCONTRADO EN EL BANCO DE MATERIALES PETREOS.

3.2.1.- GRANULOMETRIA DE LOS MATERIALES.

Desde la obtención de la muestra podemos ver que el material obtenido no era una grava lo cual se pudo confinar al realizar la prueba de granulometría por ellos es tan importante la realización de esta prueba y al revisar la clasificación SUCS observamos que es una arena mal graduada.

OPERADOR:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ			FECHA:		ENSAYE No:	2
PESO BRUTO	18940	gr		OBRA:	BANCO EL HUNGARO MUESTRA 2		
TARA	3720	gr		VOL.	10540	CM3	lts
PESO NETO	15220	gr		PESO VOLUMETRICO		1.44	kg/Cm3

COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL MATERIAL EN MALLA No 4

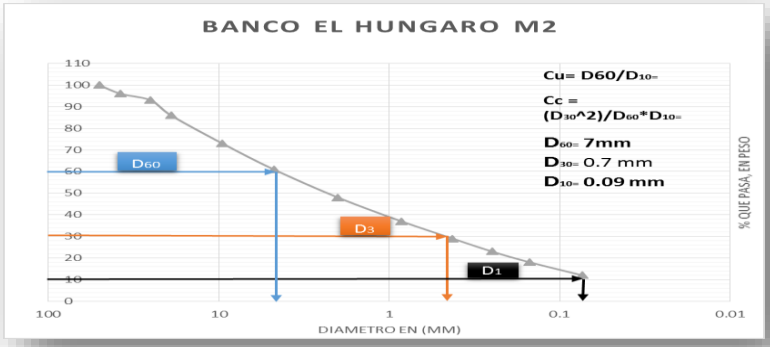
MALLA	PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA LA MALLA
3"	0	0	0	100
2 1/2"	0	0	0	100
2"	0	0	0	100
1 1/2"	585	4	4	96
1"	530	3	7	93
3/4"	1100	7	14	86
3/8"	1885	13	27	73
No. 4	1790	12	39	61
PASA No.4	9330	61	100	0
SUMA	15220	100		

DETERMINACION DE LA COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA No.4 (POR LAVADO)

OPERADOR	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ	FECHA	

MALLA	PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA LA MALLA
10	44.4	13	13	48
20	34.8	11	24	37
40	27.3	8	32	29
60	20.3	6	38	23
100	15.3	5	43	18
200	18.1	6	49	12
PASA No. 200	39.8	12	61	0
SUMA	200	61		

ABSORCION DENSIDAD Y DESGASTE			
PESO HUMEDO (Pw).(1),gr	200	VOLUMEN(C.C. DESALOJADO)..... (4)	200
PESO SECO (PS)....(2),gr	170.1	PESO SECO (Ps), gr..... (2)	391.8
% HUMEDAD (1)-(2)=3	17.577	DENSIDAD REL. APARENTE 2/4	1.96



3.2.2.- LIMITES DE CONSISTENCIA.

Los límites de consistencia son otra forma de determinar qué tipo de material tenemos para nuestro caso no el material no se trabajó, de esta manera debido a que son inapreciables y son así debido a que el material no contiene arcilla, debido a eso lo clasificamos respecto a la granulometría del material.

OBRA:	BANCO HUNGARO MUESTRA 2			FECHA:	26 DE SEPTIEMBRE DE 2013
LOCALIZACION:	APATZINGAN MICHOACAN				
SONDEO No:	2	ENSAYE No.	2	OPERADOR:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ
MUESTRA No:	2	PROF:	NTN	CALCULO:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ
DESCRIPCION:					

LIMITE LIQUIDO

PRUEBA No.	CAPSULA No.	NUMERO DE GOLPES			PESO DE LA CAPSULA + SUELO	PESO DE LA CAPSULA + SUELO SECO	PESO DEL AGUA	PESO DE LA CAPSULA	PESO DEL SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA (W)
					gr	gr	gr	gr	gr	%
		INAPRESIABLE								

LIMITE PLASTICO

	INAPRESIABLE	

HUMEDAD NATURAL

CONTRACCION LINEAL:	LONGITUD INICIAL	LONGITUD FINAL	% CONTRACCION
	10.16	10.16	0
CONTRACCION VOLUMETRICA:			

3.2.3.- DENSIDAD DE SOLIDOS.

OBRA:	BANCO EL HUNGARO MUESTRA 2		
LOCALIZACION:	APATZINGAN MICHOACAN		
SONDEO No:	2	ENSAYE No:	2
MUESTRA No:	2	PROFUNDIDAD:	NTN
DESCRIPCION DEL MATERIAL:			
FECHA:	7 DE OCTUBRE DE 2013	OPERADOR:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ
		CALCULO:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ

PRUEBA No:			
MATRAZ No:	12		
Wfsw (gr)	723.5		
Temperatura (ºc)	30		
Wfw (gr)	692.785		
Capsula de evaporacion No.	23		
Peson de la capsula muestra seca (gr)	706.3		
Peso capsula (gr)	658.4		
Ws (gr)	47.9		
Ss	2.787		

Wfsw	Peso del matraz + Agua + Muestra a T C
Wfw	Peso del matraz + Agua + Muestra a T C (Dela curva de calibracion del matraz
Ws	Peso del suelo seco
Ss	Peso especifico relativo de los solidos = ((Ws)/Wfw+ws-Wfsw)
OBSERVACIONES:	

En la densidad de solidos podemos conoces en peso específico seco de los materiales el cual es de gran importancia determinar para nuestro caso solo tomamos en cuenta uno de los tres muestras que se hicieron eso debido a que solo en uno de los casos los resultados son más lógicos.

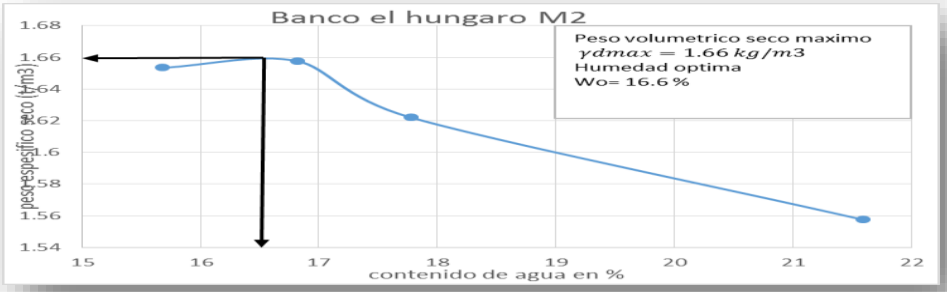
3.2.4.- COMPACTACION AASHTO.

La prueba de compactación AASHTO es otra forma de conocer tanto el peso volumétrico seco máximo y la humedad optima del material en estudio pero de una forma más exacta que con la compactación porter que se hace a base de tanteos.

OPERADOR:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ	CALCULISTA:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ		FECHA:		
OBRA:	BANCO EL HUNGARO MUESTRA 2		TIPO DE PRUEBA		PORTER MODIFICADA		
LOCALIZACION:	APATZINGAN MICHOACAN		MOLDE No	1	VOL: (CM3)	2114.765	PESO (gr) 3670
SONDEO	2	ENSAYE No 2	PESO MARTILLO (gr)		4500	ALT. CAIDA (CM)	30.5
MUESTRA No	2	PROF: NTN	No. DE CAPAS		5	GOLPES POR CAPA	56
DESCRIPCION							

PRUEBA No.	610 ml	690 ml	715 ml	750 ml		
PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	7715	7765	7710	7675		
PESO DEL MOLDE (gr)	3670	3670	3670	3670		
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	4045	4095	4040	4005		
PESO ESPECIFICO HUMEDO (Tn/M3)	1.91274208	1.93638537	1.91037775	1.89382745		
CAPSULA No.	1	1	1	1		
PESO DE LA CAPSULA + SUELO HUMEDO (gr)	214	213.9	233.9	323.3		
PESO DE LA CAPSULA + SUELO SECO (gr)	184.99	183.1	198.6	265.9		
PESO DEL AGUA (gr)	29.01	30.8	35.3	57.4		
PESO DE LA CAPSULA (gr)						
PESO DEL SUELO SECO (gr)	184.99	183.1	198.6	265.9		
CONTENIDO DE AGUA EN %	15.6819288	16.8214091	17.7744209	21.5870628		
PESO ESPECIFICO SECO (Tn/m3)	1.65344933	1.65756036	1.62206507	1.5575896		
RELACION DE VACIOS: e						

PESO ESPECIFICO SECO= (PESO ESPECIFICO HUMEDO/1+ CONTENIDO DE AGUA)



3.2.5.- VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR).

VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR)				
Nombre del banco	HUNGARO MUESTRA 2		Ensaye	2
Estudio que se le va a efectuar	AASTHO-CBR			
Procedencia	APATZINGAN MICHOACAN			
RESISTENCIA A LA PENETRACION (kg)		X(mm)	Y(kg)	CBR
	0.64mm	8	80.2	5.9
	1.27mm	20	180.4	13.3
	1.91mm	42	364.1	26.8
	2.54mm	70	597.9	44.0
	5.08mm	140	1182.4	86.9
	7.62mm	224	1883.8	138.5
	10.16mm	360	3019.4	222.0
	12.70mm			

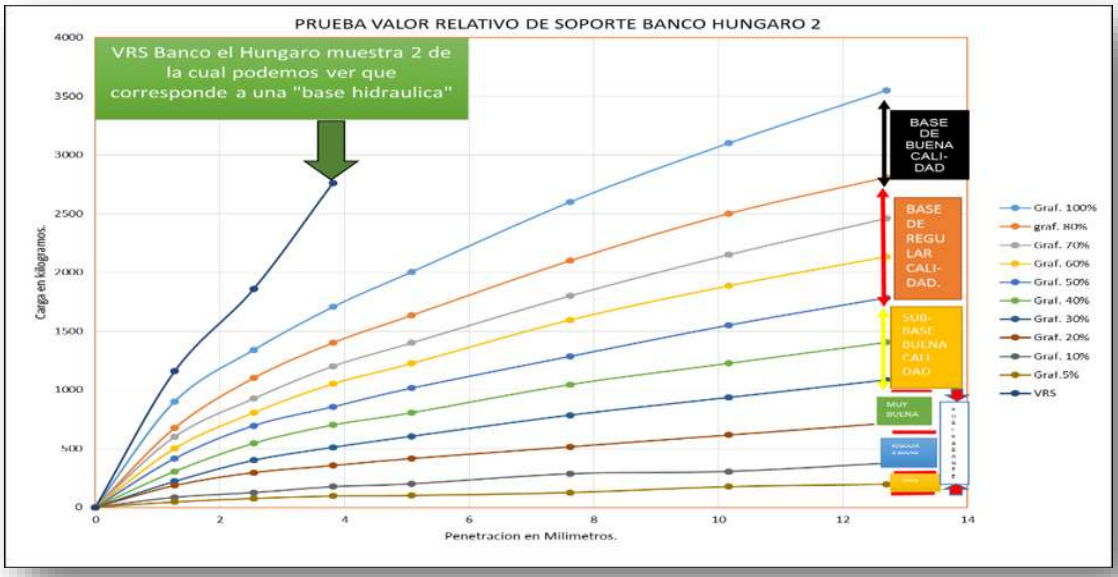
3.2.6.- COMPACTACION PORTER.

En esta prueba se realizó para a ser una comparativa con la prueba AASHTO y poder ver en cuál de las 2 se obtienen resultados más lógicos ya que las dos nos sirven para conocer peso volumétrico seco máximo y humedad óptima.

NOMBRE DEL BANCO			HUNGARO MUESTRA 2			Ensaye	2	
Estudio que se le va a efectuar			Porter-VRS			Fecha de iniciacion.		24/10/2013
Procedencia			APATZINGAN MICHOACAN			Fecha de terminacion.		28/10/2013
Dtos de molde:		altura (cm)=	12.7	diametro(cm)=	16.08	Laboratorista.		Gustavo Martinez
Area	203.078051	**rm(t/m3)=**	1.5509	**rdmax(t/m3)=**	**1.3279**	**DATOS GENERALES DEL MOLDE**		
Ph(gr)=	149.5	Ps(gr)=	128	**Wo(%)=**	**16.7969**			
h2(lec.prom)	1.923	he=h2-h1	10.777					
Numero del molde						1		
Volumen del molde					2579.0912			
Peso (p1) del molde (KG)					4975			PROMEDIO
Altura borde sup. Collarin a pl. de carga (cm)					L1= 1.90	L2= 2	L3= 1.97	L4= 1.82	1.923
Peso especifico seco maximo (rdm) kg/m3								
Humedad que contiene el material (w1)								
								PROMEDIO
Grado de compactacion © %					6.64	6.64	6.64	6.64	6.64
peso especifico seco kg/m3; rd= (c/100) (rdm)								
RESISTENCIA A LA PENETRACION (kg)					X(mm)	Y(kg)	VRS		
			1.27 mm		137	1157.39	85.1022		
			2.54 mm		221	1858.79	136.6757		
			3.81 mm		329	2760.59	202.9846		
			5.08 mm						
			7.62 mm						
			10.16 mm						
			12.70 mm						

3.2.7.- VALOR RELATIVO DE SOPORTE (VRS)

Los resultados obtenidos de este material son muy buenos ya que graficando los resultados podemos ver que este material es apto pasa ser utilizado en lo que se quería como lo es una base hidráulica.



3.2.8.- EQUIVALENTE DE ARENAS.

Aunque en este caso este material no es tan arenoso como los anteriores podemos ver que el resultado de equivalente de arenas es satisfactorio ya que supera por mucho el mínimo establecido por la normativa.

PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3	
LEC. ARCILLA (PULG.)	LEC. ARENA (PULG.)	LEC. ARCILLA (PULG.)	LEC. ARENA (PULG.)	LEC. ARCILLA (PULG.)	LEC. ARENA (PULG.)
5	3.6	5.1	3.7	5	3.8
RESULTADOS %		RESULTADOS %		RESULTADOS %	
72		72.5490		76.0000	
	PROMEDIO		**73.5163**		
	%EQ. ARENAS= (LNSarena/LNSarcilla)				

3.2.9.- DESGASTE DE LOS ANGELES.

Como podemos ver en la tabla el material utilizado es de tipo B pero al igual que los otros paso la prueba de desgaste lo cual nos indica que es un material de calidad para der utilizado en base hidráulica.

NOMBRE DEL BANCO	MUESTRA	TIPO DE MATERIAL	PESO INICIAL (gr)	PESO FINAL (gr)	% DE DESGASTE
HUNGARO	1	A	4985	3770	24.373
HUNGARO	2	B	5000	3730	25.4
SAN JUAN	1	C	5000	3710	25.8
GUAYABAL	2	A	5005	3945	21.179
GUAYABAL	1	B	5000	4125	17.500
MILPILLAS	2	A	5010	3920	21.756
	$\% \text{ de Desgaste} = \frac{Pi - Pf}{Pi} * 100$				

3.2.10.- PARTICULAS ALARGADAS Y PARTICULAS LAJEADAS.

Esta prueba consiste en pasar una porción considerable por unas gradillas de las cuales se toma una cantidad determinada de lo retenido en cada malla y por los resultados obtenidos generalmente las partículas son de forma redondeada.

HUNGARO MUESTRA 2					
ALARGADAS			LAJEADAS		
Pt.muestra	Pno pasa	%	Pt.muestra	pno pasa	%
740	160	21.62	830	50	6.02

3.3.- BANCO DE MATERIALES PETROS "SAN JUAN DE LOS PLATANOS.

Previamente ubicado este banco en un mapa geográfico, se decidió practicarle la visita respectiva, este se encuentra en el kilómetro 28 carretera Buenavista-Apatzingán en el municipio de Apatzingán dicho banco se encuentra al bordo de carretera en los lugares ya mencionados.

En dicha inspección pudimos darnos cuentan que en este banco se contada con dos tipos de materiales uno de color muy obscuro que se encontraba en la parte frontal del banco y en la parte posterior teníamos un material de color café y se decidió traer de los dos materiales para así realizar un estudio más completo de dicho banco.

--------MUESTRA 1

Fig.64.- Material granular y de color obscuro encontrado en el banco san juan de los plátanos.

Fig.65.- Muestreo de los materiales a ser estudiado en tesis de licenciatura.

3.3.1.- GRANULOMETRIA DE LOS MATERIALES.

Como ya se mencionó en los casos anteriores la granulometría es una prueba solicitadas en la normativa para este caso y de acuerdo con la clasificación SUCS resulto ser una GW grava bien graduada al igual que podemos ver tanto la humedad de campo y la densidad relativa.

OPERADOR:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ			FECHA:		ENSAYE No:	3
PESO BRUTO	14005	gr		OBRA:	BANCO SAN JUAN DE LOS PLATANOS MUESTRA 1		
TARA	3720	gr		VOL.	10540	cm3	
PESO NETO	10285	gr		PESO VOL.	0.976		kg/cm3

COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL MATERIAL EN MALLA No 4

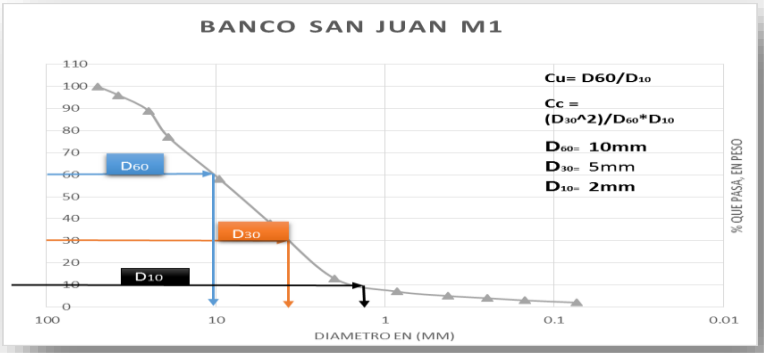
MALLA	PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA LA MALLA
3"	0	0	0	100
2 1/2"	1	0	0	100
2"	2	0	0	100
1 1/2"	450	4	4	96
1"	760	7	11	89
3/4"	1175	12	23	77
3/8"	1890	19	42	58
No. 4	2085	20	62	38
PASA No.4	3925	38	100	0
SUMA	10285	100		

DETERMINACION DE LA COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA No.4 (POR LAVADO)

OPERADOR	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ	FECHA	

MALLA	PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA LA MALLA
10	131	25	25	13
20	29.4	6	31	7
40	12.8	2	33	5
60	5.6	1	34	4
100	4.1	1	35	3
200	6.2	1	36	2
PASA No. 200	10.9	2	38	0
SUMA	200	38		

ABSORCION DENSIDAD Y DESGASTE			
PESO HUMEDO (Pw)-(1),gr	200	VOLUMEN(C.C. DESALOJADO)..... (4)	220
PESO SECO (PS)....(2),gr	174.7	PESO SECO (Ps), gr..... (2)	395.2
% HUMEDAD (1)-(2)=3	14.48	DENSIDAD REL. APARENTE 2/4	1.79



En esta grafica están representados cada uno de los pesos retenidos en las mallas y la D60, D30 y D10 los sirven para clasificar el material.

3.3.2.- LIMITES DE CONSISTENCIA.

Los límites de consistencia al igual que en todos los casos nos resultaron inapreciables eso debido a que el material es una grava y no contiene arcilla.

OBRA:		BANCO SAN JUAN DE LOS PLATANOS M1			FECHA:		26 DE SEPTIEMBRE DE 2013			
LOCALIZACION:		CARR. APATZINGAN-BUENAVISTA								
SONDEO No:		3	ENSAYE No.	3	OPERADOR:		PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ			
MUESTRA No:		3	PROF:	NTN	CALCULO:		PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ			
DESCRIPCION:										
LIMITE LIQUIDO										
PRUEBA No.	CAPSULA No.	NUMERO DE GOLPES			PESO DE LA CAPSULA + SUELO	PESO DE LA CAPSULA +	PESO DEL AGUA	PESO DE LA CAPSULA	PESO DEL SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA
					gr	gr	gr	gr	gr	%
		INAPRESIABLE								
LIMITE PLASTICO										
		INAPRESIABLE								
HUMEDAD NATURAL										
CONTRACCION LINEAL:			LONGITUD INICIAL			LONGITUD FINAL			% CONTRACCION	
			9.94			9.94			0	
CONTRACCION VOLUMETRICA:										

3.3.3.- DENSIDAD DE SOLIDOS.

Para este caso podemos ver los tres ensayes que se realizaron para conocer la densidad de sólidos y en los tres podemos ver resultados que concuerdan con el material en estudio y en este caso no se tuvo ningún error humano.

OBRA:	BANCO SAN JUAN DE LOS PLATANOS MUESTRA 1		
LOCALIZACION:	CARRERTERA APATZINGAN-BUENA VISTA		
SONDEO No:	3	ENSAYE No:	3
MUESTRA No:	3	PROFUNDIDAD:	NTN
DESCRIPCION DEL MATERIAL:			
FECHA:	7 DE OCTUBRE DE 2013	OPERADOR:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ
		CALCULO:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ
PRUEBA No:			
MATRAZ No:	12	10	2
Wfsw (gr)	724.7	720.1	708.3
Temperatura (ºc)	23	22	22
Wfw (gr)	693.814	689.2246	677.983
Capsula de evaporacion No.	3	C	23
Peson de la capsula muestra seca (gr)	703.6	189.9	706.9
Peso capsula (gr)	654.2	141.4	657.7
Ws (gr)	49.4	48.5	49.2
Ss	2.668	2.752	2.606
Wfsw	Peso del matraz + Agua + Muestra a T C		
Wfw	Peso del matraz + Agua + Muestra a T C (Dela curva de calibracion del matraz		
Ws	Peso del suelo seco		
Ss	Peso especifico relativo de los solidos = ((Ws)/Wfw+ws-Wfsw)		
OBSERVACIONES:			

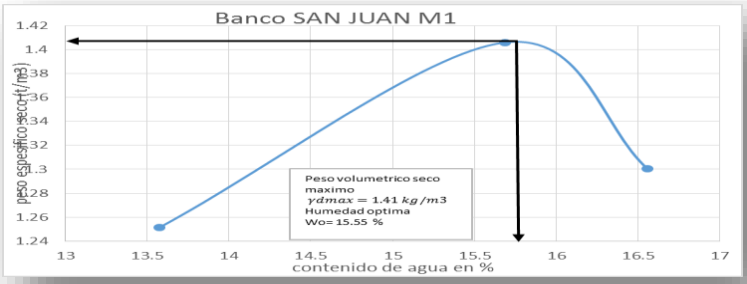
3.3.4.- COMPACTACION AASHTO.

La compactación AASHTO era una prueba poco usada en mexico pero debido a que se obtenían mejores resultados ahora es una prueba muy importante y que se pide en la normativa de la SCT.

OPERADOR:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ	CALCULISTA:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ		FECHA:		
OBRA:	BANCO SAN JUAN DE LOS PLATANOS MUESTRA 1		TIPO DE PRUEBA		PORTER MODIFICADA		
LOCALIZACION:	CARRETERA APATZINGAN-BUENAVISTA		MOLDE No	1	VOL: (CM3)	2114.765	PESO (gr) 3670
SONDEO	3	ENSAYE No 3	PESO MARTILLO (gr)		4500	ALT. CAIDA (CM)	30.5
MUESTRA No	3	PROF: NTN	No. DE CAPAS		5	GOLPES POR CAPA	56
DESCRIPCION							

PRUEBA No.	580 ml	660 ml	710 ml	740 ml		
PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	6675	6970	7110	6875		
PESO DEL MOLDE (gr)	3670	3670	3670	3670		
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	3005	3300	3440	3205		
PESO ESPECIFICO HUMEDO (Tn/M3)	1.42096167	1.560457072	1.626658281	1.5155348		
CAPSULA No.	1	1	1	1		
PESO DE LA CAPSULA + SUELO HUMEDO (gr)	179.9	195.7	257.4	233		
PESO DE LA CAPSULA + SUELO SECO (gr)	158.4	169.2	222.5	199.9		
PESO DEL AGUA (gr)	21.5	26.5	34.9	33.1		
PESO DE LA CAPSULA (gr)						
PESO DEL SUELO SECO (gr)	158.4	169.2	222.5	199.9		
CONTENIDO DE AGUA EN %	13.5732323	15.66193853	15.68539326	16.558279		
PESO ESPECIFICO SECO (Tn/m3)	1.25114135	1.349153483	1.406105158	1.3002378		
RELACION DE VACIOS: e						

PESO ESPECIFICO SECO= (PESO ESPECIFICO HUMEDO/1+ CONTENIDO DE AGUA)



En esta grafica se representa como es la forma que se obtiene tanto el peso volumétrico seco máximo y la humedad óptima.

3.3.5.- VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR).

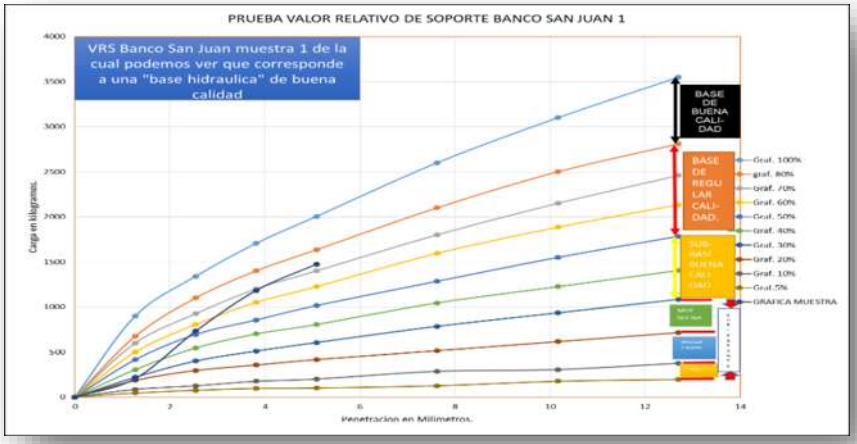
VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR)				
Nombre del banco	SAN JUAN MUESTRA 1		Ensaye	3
Estudio que se le va a efectuar	AASTHO-CBR			
Procedencia	APATZINGAN MICHOACAN			
RESISTENCIA A LA PENETRACION (kg)		X(mm)	Y(kg)	CBR
	0.64mm	17	155.4	11.4
	1.27mm	40	347.4	25.5
	1.91mm	76	648.0	47.7
	2.54mm	120	1015.4	74.7
	5.08mm	198	1666.7	122.6
	7.62mm	259	2176.1	160.0
	10.16mm	315	2643.7	194.4
	12.70mm			

3.3.6.- COMPACTACION PORTER.

La prueba porter un poco menos exacta y se requiere más experiencia del operador para este caso solo se tomatón tres penetraciones debido a que este material sería utilizado para una subbase.

Nombre del banco			banco san juan muestra 1		Ensaye	3		
Estudio que se le va a efectuar			Porter-VRS		Fecha de iniciacion.		24/10/2013	
Procedencia			san juande los oplatanos mpio. Apat.		Fecha de terminacion.		28/10/134	
Dtos de molde:		altura (cm)=	12.76	diametro(cm)=	15.68	Laboratorista.		Gustavo Martinez
Area	193.100329	rm(t/m3)=	1.6234	rdmax(t/m3)=	1.3844			
Ph(gr)=	163	Ps(gr)=	139	Wo(%)=	17.2662			
h2(lec.prom)	1.03	he=h2-h1	11.73			DATOS GENERALES DEL MOLDE		
Numero del molde							2		
Volumen del molde					2463.9602				
Peso (p1) del molde					3020				PROMEDIO
Altura borde sup. Collarin a pl. de carga (cm)					L1= 1.07	L2= 0.92	L3= 1.06	14= 1.07	1.03
Peso especifico seco maximo (rdm) kg/m3									
Humedad que contiene el material (w1)									
									PROMEDIO
Grado de compactacion © %					9.67	9.67	9.63	9.61	9.645
peso especifico seco kg/m3; rd= (c/100) (rdm)									
RESISTENCIA A LA PENETRACION (kg)					X(mm)	Y(kg)	VRS		
			1.27 mm		14	130.34	9.584		
			2.54 mm		66	564.54	41.510		
			3.81 mm		124	1048.84	77.121		
			5.08 mm						
			7.62 mm						
			10.16 mm						
			12.70 mm						

3.3.7.- VALOR RELATIVO DE SOPORTE (VRS).



Como se mencionó anteriormente el material es apto para ser una base de buena calidad como se aprecia en la grafica

3.3.8.- EQUIVALENTE DE ARENAS.

Como en este caso tenemos una grava bien graduada así podemos ver que el equivalente de arenas es alto y por lo tanto cumple con respecto a la norma.

BANCO SAN JUAN DE LOS PLATANOS MUESTRA 1					
PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3	
LEC. ARCILLA (PULG.)	LEC. ARENA (PULG.)	LEC. ARCILLA (PULG.)	LEC. ARENA (PULG.)	LEC. ARCILLA (PULG.)	LEC. ARENA (PULG.)
4.5	3.9	4.6	3.7	4.5	4.1
RESULTADOS %		RESULTADOS %		RESULTADOS %	
86.6667		80.4348		91.1111	
	PROMEDIO		86.0709		
	%EQ. ARENAS= (LNSarena/LNSarcilla)				

3.3.9.- DESGASTE DE LOS ANGELES.

El desgaste de los ángeles es una prueba que se realiza a materiales que estarán expuestos al desgaste abrasivo como es en el caso de carreteras este es un material tipo c y es el que se observó mayor desgaste del material.

NOMBRE DEL BANCO	MUESTRA	TIPO DE MATERIAL	PESO INICIAL (gr)	PESO FINAL (gr)	% DE DESGASTE
HUNGARO	1	A	4985	3770	24.373
HUNGARO	2	B	5000	3730	25.4
SAN JUAN	1	C	5000	3710	25.8
GUAYABAL	2	A	5005	3945	21.179
GUAYABAL	1	B	5000	4125	17.500
MILPILLAS	2	A	5010	3920	21.756
	$\% \text{ de Desgaste} = \frac{Pi - Pf}{Pi} * 100$				

3.3.10.- PARTICULAS ALARGADAS Y PARTICULAS LAJEADAS.

Con respecto a este material y las partículas alargadas y lajeadas viendo los resultados podemos ver que la mayoría de las partículas son redondas así que no tenemos problemas por eso.

SAN JUAN MUESTRA 1					
ALARGADAS			LAJEADAS		
Pt.muestra	Pno pasa	%	Pt.muestra	Pno pasa	%
599.2	88.7	14.80	650	32.1	4.94

3.4.- BANCO DE MATERIALES PETREOS SAN JUAN DE LOS PLATANOS.

-------MUESTRA 2

Fig.66.- SEGUNDO MATERIAL EXTRAIDO DEL BANCO LLAMADO SAN JUAN EL CUAL ES UN MATERIAL DE COLOR CAFÉ.

Despues de ver el material el cual seria estudiado de procedio a al llenado de muestras para ser analizado.

Fig.67.- Muestreo del material para ser estudiado en laboratorio.

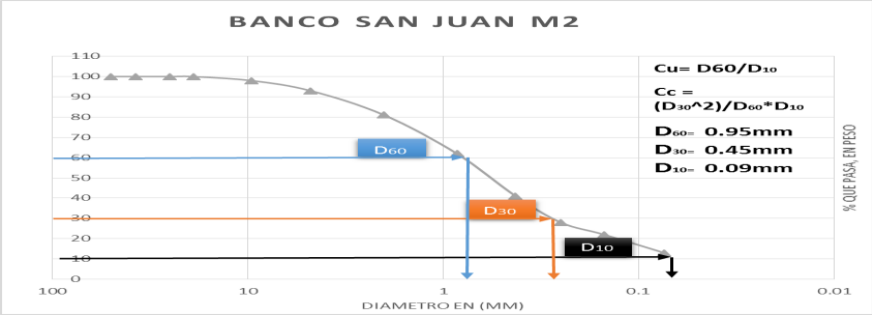
Foto panorámica del banco el presente banco es explotado actualmente.

Fig.68.- Banco de materiales san juan de los plátanos.

3.4.1.- GRANULOMETRIAS DE MATERIALES.

La granulometría que se realizó para este material podemos ver la gran cantidad de arena que tenemos ya que solo el 7 % del material queda retenido de la malla número 4 hacia arriba por lo tanto tenemos un SW ósea una arena bien graduada.

OPERADOR:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ			FECHA:		ENSAYE No.:	
PESO BRUTO	18845	gr		OBRA:	BANCO SAN JUAN DE LOS PLATANOS MUESTRA 2		
TARA	3720	gr		VOL.	10540 cm3		
PESO NETO	15125	gr		PESO VOL.	1.435		kg/cm3
COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL MATERIAL EN MALLA No 4							
MALLA	PESO RETENIDO PARCIAL		% RETENIDO PARCIAL		% RETENIDO ACUMULADO		% QUE PASA LA MALLA
3"	0		0		0		100
2 1/2"	0		0		0		100
2"	0		0		0		100
1 1/2"	0		0		0		100
1"	45		0		0		100
3/4"	60		0		0		100
3/8"	205		2		2		98
No. 4	800		5		7		93
PASA No.4	14015		93		100		0
SUMA	15125		100				
DETERMINACION DE LA COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA No.4 (POR LAVADO)							
OPERADOR	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ			FECHA			
MALLA	PESO RETENIDO PARCIAL		% RETENIDO PARCIAL		% RETENIDO ACUMULADO		% QUE PASA LA MALLA
10	25.1		12		12		81
20	41.1		19		31		62
40	45.2		21		52		41
60	28.9		13		65		28
100	13.8		6		71		22
200	18.3		9		80		13
PASA No. 200	27.6		13		93		0
SUMA	200		93				
ABSORCION DENSIDAD Y DESGASTE							
PESO HUMEDO (Pw)....(1),gr	200			VOLUMEN(C.C. DESALOJADO).... (4)		255	
PESO SECO (PS)....(2),gr	180.5			PESO SECO (Ps), gr..... (2)		380	
% HUMEDAD (1)-(2)=3	10.8			DENSIDAD REL. APARENTE 2/4		1.49	



Comportamiento granulométrico del material en estudio.

3.4.2.- LIMITES DE CONSISTENCIA.

En este y en todos los casos los limites resultaron inapreciables por lo tanto la clasificación se realizó en base a los datos de las granulometrías.

OBRA:	BANCO SAN JUAN DE LOS PLATANOS M2			FECHA:	26 DE SEPTIEMBRE DE 2013
LOCALIZACION:	CARR. APATZINGAN-BUENAVISTA				
SONDEO No:	4	ENSAYE No.	4	OPERADOR:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ
MUESTRA No:	4	PROF:	NTN	CALCULO:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ
DESCRIPCION:					

LIMITE LIQUIDO										
PRUEBA No.	CAPSULA No.	NUMERO DE GOLPES			PESO DE LA CAPSULA +	PESO DE LA CAPSULA +	PESO DEL AGUA	PESO DE LA CAPSULA	PESO DEL SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA
					gr	gr	gr	gr	gr	%
		INAPRESIABLE								
LIMITE PLASTICO										
		INAPRESIABLE								
HUMEDAD NATURAL										
CONTRACCION LINEAL:			LONGITUD INICIAL			LONGITUD FINAL			% CONTRACCION	
			9.94			9.94			0	
CONTRACCION VOLUMETRICA:										

3.4.3.- DENSIDAD DE SOLIDOS.

Para este caso en particular los datos optenidos de los tres matrases fueron un tanto variados por lo tanto solo se tomo en cuenta el resultado del matraz numero 10 el cual nos da un resultado muy logico conociendo que nuestro material es arena.

OBRA:	BANCO SAN JUAN DE LOS PLATANOS MUESTRA 2		
LOCALIZACION:	CARRERTERA APATZINGAN-BUENA VISTA		
SONDEO No:	4	ENSAYE No:	4
MUESTRA No:	4	PROFUNDIDAD:	NTN
DESCRIPCION DEL MATERIAL:			
FECHA:	7 DE OCTUBRE DE 2013	OPERADOR:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ
		CALCULO:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ

PRUEBA No:			
MATRAZ No:	2	10	12
Wfsw (gr)	707.6	723.4	718.5
Temperatura (ºc)	27	25	27
Wfw (gr)	677.169	688.825	693.244
Capsula de evaporacion No.	3	23	3A
Peson de la capsula muestra seca (gr)	707.9	812.4	812.6
Peso capsula (gr)	653.6	757.9	757.2
Ws (gr)	54.3	54.5	55.4
Ss	2.275	2.735	1.838

Wfsw	Peso del matraz + Agua + Muestra a T C
Wfw	Peso del matraz + Agua + Muestra a T C (Dela curva de calibracion del matraz
Ws	Peso del suelo seco
Ss	Peso especifico relativo de los solidos = ((Ws)/Wfw+ws-Wfsw)
OBSERVACIONES:	

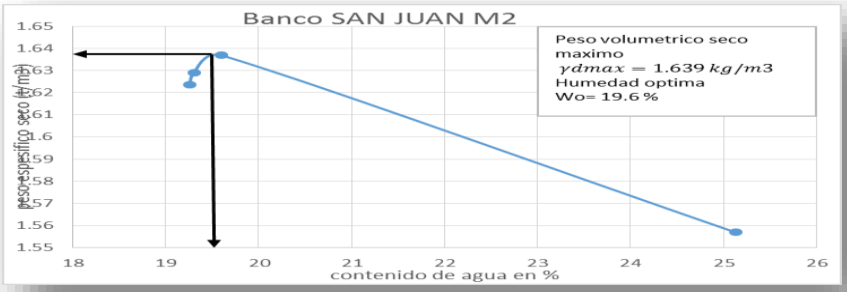
3.4.4.- COMPACTACION AASHTO.

Esta prueba se a precio con mayor de mayor forma el declinar de la curva debido al que el material es más limoso y que tenemos una arena.

OPERADOR:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ	CALCULISTA:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ		FECHA:		
OBRA:	BANCO SAN JUAN DE LOS PLATANOS MUESTRA 2	TIPO DE PRUEBA		PORTER MODIFICADA			
LOCALIZACION:	CARRETERA APATZINGAN-BUENAVISTA	MOLDE No	1	VOL: (CM3)	2114.765	PESO (gr)	3670
SONDEO	4 ENSAYE No 4	PESO MARTILLO (gr)		4500		ALT. CAIDA (CM)	30.5
MUESTRA No	4 PROF: NTN	No. DE CAPAS		5		GOLPES POR CAPA	56
DESCRIPCION							

PRUEBA No.	600 ml	680 ml	760 ml	860 ml		
PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	7765	7780	7810	7790		
PESO DEL MOLDE (gr)	3670	3670	3670	3670		
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	4095	4110	4140	4120		
PESO ESPECIFICO HUMEDO (Tn/M3)	1.93638537	1.94347835	1.95766433	1.94820701		
CAPSULA No.	1	1	1	1		
PESO DE LA CAPSULA + SUELO HUMEDO (gr)	247.1	286.1	369.2	290.3		
PESO DE LA CAPSULA + SUELO SECO (gr)	207.2	239.8	308.7	232		
PESO DEL AGUA (gr)	39.9	46.3	60.5	58.3		
PESO DE LA CAPSULA (gr)						
PESO DEL SUELO SECO (gr)	207.2	239.8	308.7	232		
CONTENIDO DE AGUA EN %	19.2567568	19.3077565	19.5983155	25.1293103		
PESO ESPECIFICO SECO (Tn/m3)	1.62371124	1.62896228	1.63686614	1.55695497		
RELACION DE VACIOS: e						

PESO ESPECIFICO SECO= (PESO ESPECIFICO HUMEDO/1+ CONTENIDO DE AGUA)



3.4.5.- VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR).

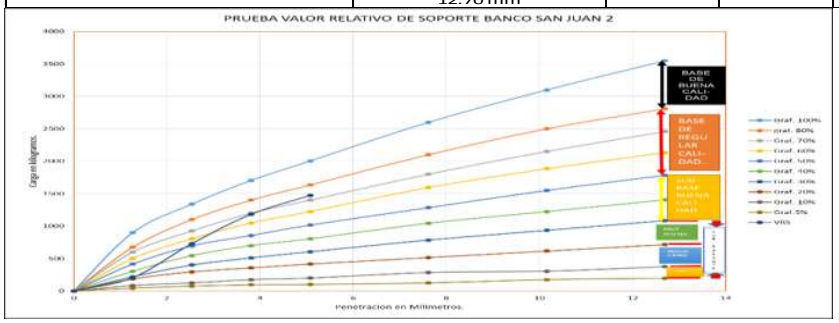
VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR)				
Nombre del banco	SAN JUAN MUESTRA 2		Ensaye	4
Estudio que se le va a efectuar	AASTHO-CBR			
Procedencia	APATZINGAN MICHOACAN			
RESISTENCIA A LA PENETRACION (kg)		X(mm)	Y(kg)	CBR
	0.64mm	4	46.8	3.4
	1.27mm	10	96.9	7.1
	1.91mm	19	172.1	12.7
	2.54mm	25	222.2	16.3
	5.08mm	45	389.2	28.6
	7.62mm	65	556.2	40.9
	10.16mm	107	906.9	66.7
	12.70mm			

3.4.6.- COMPACTACION PORTER.

En comportamiento de este material para la prueba PORTER fue muy bueno ya que al no oponer tanta resistencia a la penetración so opto por colocarlo como una subbase de buena calidad como podemos ver en la gráfica.

3.4.7.- VALOR RELATIVO DE SOPORTE.

NOMBRE DEL BANCO			BANCO SAN JUAN MUESTRA 2		Ensaye	4		
Estudio que se le va a efectuar			Porter-VRS		Fecha de iniciacion.		28/10/2013	
Procedencia			san juande los platanos mpio. Apat.		Fecha de terminacion.		31/10/2014	
Dtos de molde:		altura (cm)=	12.71	diametro(cm)=	15.7	Laboratorista.	Gustavo Martinez	
Area	193.593246	rm(t/m3)=	1.6256	rdmax(t/m3)=	1.3821			
Ph(gr)=	267	Ps(gr)=	227	Wo(%)=	17.6211			
h2(lec.prom)	1.89	he=h2-h1	10.82			DATOS GENERALES DEL MOLDE		
Numero del molde						6		
Volumen del molde					2460.57016			
Peso (p1) del molde					3010			PROMEDIO
Altura borde sup. Collarin a pl. de carga (cm)					L1= 1.94	L2= 1.81	L3= 1.80	L4= 2.00	1.89
								PROMEDIO
Peso especifico seco maximo (rdm) kg/m3					6	6	6	6	6
Humedad que contiene el material (w1)								
Grado de compactacion © %								
peso especifico seco kg/m3; rd= (c/100) (rdm)								
RESISTENCIA A LA PENETRACION (kg)					X(mm)	Y(kg)	VRS	
			1.27 mm		23	205.49	15.1096	
			2.54 mm		86	731.54	53.7897	
			3.81 mm		140	1182.44	86.9441	
			5.08 mm		175	1474.69	108.4331	
			7.62 mm					
			10.16 mm					
			12.70 mm					



3.4.8.- EQUIVALENTE DE ARENAS.

Con respecto a los resultados obtenidos y respecto a la norma el material cumple en arenas

BANCO SAN JUAN DE LOS PLATANOS MUESTRA 2					
PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3	
LEC. ARCILLA (PULG.)	LEC. ARENA (PULG.)	LEC. ARCILLA (PULG.)	LEC. ARENA (PULG.)	LEC. ARCILLA (PULG.)	LEC. ARENA (PULG.)
4.5	3.4	4.9	3.8	5	3.9
RESULTADOS %		RESULTADOS %		RESULTADOS %	
75.5556		77.5510		78.0000	
	PROMEDIO		77.0355		
	%EQ. ARENAS= (LNSarena/LNSarcilla)				

3.5.- BANCO DE MATERIALES PETREOS EL GUAYABAL.

Previamente ubicado se procedió a realizar la visita a este banco el cual se encuentra ubicado en la población llamada el guayabal municipio de Buenavista por lo cual así se llamó a dicho banco “el guayabal” dicho banco se encuentra a un costado de la carretera Buenavista-Periban aproximadamente en el kilómetro 16 de la carretera ya mencionada.

El banco de materiales presentado a continuación es un banco ya explotado del cual al realizar la visita se pudo ver que tiene dos tipos de materiales por lo cual se procedió a extraer de los dos tipos y así tener un estudio de mayor calidad de dicho banco

A continuación presentamos las imágenes de los materiales del banco el “guayabal”

------ MUESTRA 1

Fig.69.- El primer material encontrado en el banco es el que observamos a continuación es cual se torna de un color rojizo.

Después de revisar el material de forma visual procedimos a tomar unas muestras para ser analizadas en el laboratorio.

Fig.70.- Material a ser estudiado en mi tesis de licenciatura.

3.5.1.- GRANULOMETRIA DE MATERIALES.

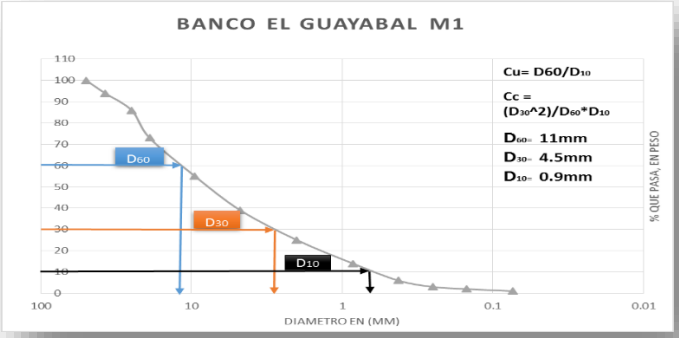
En la granulometría de este material nos podemos dar cuenta que es de gran calidad ya que el material es una graba de buena calidad para ser utilizada en una base hidráulica.

OPERADOR:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ		FECHA:			ENSAYE No:	5
PESO BRUTO	15595	gr	OBRA:	BANCO GUAYABAL MUESTRA 1			
TARA	3720	gr	VOL.	10540	cm3		
PESO NETO	11875	gr	PESO VOL.	1.127	kg/cm3		

COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL MATERIAL EN MALLA No 4				
MALLA	PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA LA MALLA
3"	0	0	0	100
2 1/2"	0	0	0	100
2"	0	0	0	100
1 1/2"	670	6	6	94
1"	990	8	14	86
3/4"	1500	13	27	73
3/8"	2110	18	45	55
No. 4	1965	16	61	39
PASA No.4	4640	39	100	0
SUMA	11875	100		

DETERMINACION DE LA COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA No.4 (POR LAVADO)				
OPERADOR	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ		FECHA	
MALLA	PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA LA MALLA
10	70.4	14	14	25
20	57.2	11	25	14
40	38.5	8	33	6
60	14.4	3	36	3
100	6.5	1	37	2
200	6.9	1	38	1
PASA No. 200	6.1	1	39	0
SUMA	200	39		

ABSORCION DENSIDAD Y DESGASTE				
PESO HUMEDO (Pw)....(1),gr	200	VOLUMEN(C.C. DESALOJADO). (4)	200	
PESO SECO (PS)....(2),gr	184.2	PESO SECO (Ps), gr... (2)	398.6	
% HUMEDAD (1)-(2)=3	8.577	DENSIDAD REL. APARENTE 2/4	1.99	



En la gráfica se observa la tendencia que toma en material en la granulometría, a la cual también se le colocan los diámetros para de esa manera conocer su clasificación

3.5.2.- LIMITES DE CONSISTENCIA.

Los límites de consistencia al igual que en los demás resultaron inapreciables por lo tanto lo clasificamos el material mediante la granulometría.

OBRA:	BANCO GUAYABAL MUESTRA 1			FECHA:	26 DE SEPTIEMBRE DE 2013
LOCALIZACION:	CARR. BUENAVISTA-PERIBAN				
SONDEO No:	5	ENSAYE No.	5	OPERADOR:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ
MUESTRA No:	5	PROF:	NTN	CALCULO:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ
DESCRIPCION:					

LIMITE LIQUIDO										
PRUEBA No.	CAPSULA No.	NUMERO DE GOLPES			PESO DE LA CAPSULA + SUELO	PESO DE LA CAPSULA +	PESO DEL AGUA	PESO DE LA CAPSULA	PESO DEL SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA
					gr	gr	gr	gr	gr	%
		INAPRESIABLE								
LIMITE PLASTICO										
		INAPRESIABLE								
HUMEDAD NATURAL										
CONTRACCION LINEAL:			LONGITUD INICIAL			LONGITUD FINAL			% CONTRACCION	
			9.97			9.97			0	
CONTRACCION VOLUMETRICA:										

3.5.3.- DENSIDAD DE SOLIDOS.

En la densidad de sólidos en este caso las tres muestras resultaron muy similares como se requiere se toma un promedio de las tres y así conoce la densidad correcta del material.

OBRA:	BANCO EL GUAYABAL MUESTRA 1		
LOCALIZACION:	CARRETERA BUENAVISTA-PERIBAN		
SONDEO No:	5	ENSAYE No:	5
MUESTRA No:	5	PROFUNDIDAD:	NTN
DESCRIPCION DEL MATERIAL:			
FECHA:	7 DE OCTUBRE DE 2013	OPERADOR:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ
		CALCULO:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ

PRUEBA No:			
MATRAZ No:	10	10	2
Wfsw (gr)	720	719.3	707.7
Temperatura (ºc)	26	29	34
Wfw (gr)	688.681	688.2166	675.9538
Capsula de evaporacion No.	A	B	C
Peson de la capsula muestra seca (gr)	188.6	193	192.2
Peso capsula (gr)	137.7	142.5	141
Ws (gr)	50.9	50.5	51.2
Ss	2.599	2.601	2.632

Wfsw	Peso del matraz + Agua + Muestra a T C
Wfw	Peso del matraz + Agua + Muestra a T C (Dela curva de calibracion del matraz
Ws	Peso del suelo seco
Ss	Peso especifico relativo de los solidos = ((Ws)/Wfw+ws-Wfsw)
OBSERVACIONES:	

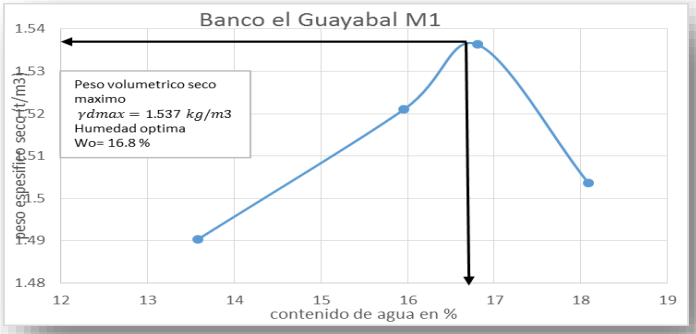
3.5.4.- COMPACTACION AASHTO.

En la compactación AASHTO se aprecia de una manera muy bien ya que dos de los tanteos están en la parte seca del material los otros dos en la parte saturada y de esa manera se aprecia mejor la curva.

OPERADOR:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ	CALCULISTA:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ		FECHA:		
OBRA:	BANCO GUAYABAL MUESTRA 1		TIPO DE PRUEBA		PORTER MODIFICADA		
LOCALIZACION:	CARRETERA BUENAVISTA-PERIBAN		MOLDE No	1	VOL: (CM3)	2114.765	PESO (gr) 3670
SONDEO	5	ENSAYE No 5	PESO MARTILLO (gr)		4500	ALT. CAIDA (CM)	30.5
MUESTRA No	5	PROF: NTN	No. DE CAPAS		5	GOLPES POR CAPA	56
DESCRIPCION							

PRUEBA No.	580 ml	680 ml	780 ml	880 ml		
PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	7250	7400	7465	7425		
PESO DEL MOLDE (gr)	3670	3670	3670	3670		
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	3580	3730	3795	3755		
PESO ESPECIFICO HUMEDO (Tn/M3)	1.69285949	1.763789357	1.794525633	1.775611		
CAPSULA No.	1	1	1	1		
PESO DE LA CAPSULA + SUELO HUMEDO (gr)	306	254.3	365.6	205.7		
PESO DE LA CAPSULA + SUELO SECO (gr)	269.4	219.3	313	174.2		
PESO DEL AGUA (gr)	36.6	35	52.6	31.5		
PESO DE LA CAPSULA (gr)						
PESO DEL SUELO SECO (gr)	269.4	219.3	313	174.2		
CONTENIDO DE AGUA EN %	13.5857461	15.95987232	16.80511182	18.082664		
PESO ESPECIFICO SECO (Tn/m3)	1.49038022	1.521034235	1.536341693	1.5037017		
RELACION DE VACIOS: e						

PESO ESPECIFICO SECO= (PESO ESPECIFICO HUMEDO/1+ CONTENIDO DE AGUA)



En la gráfica se aprecia como es la forma en que tomamos tanto el peso específico seco máximo y la humedad optima del material.

3.5.5.- VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR)

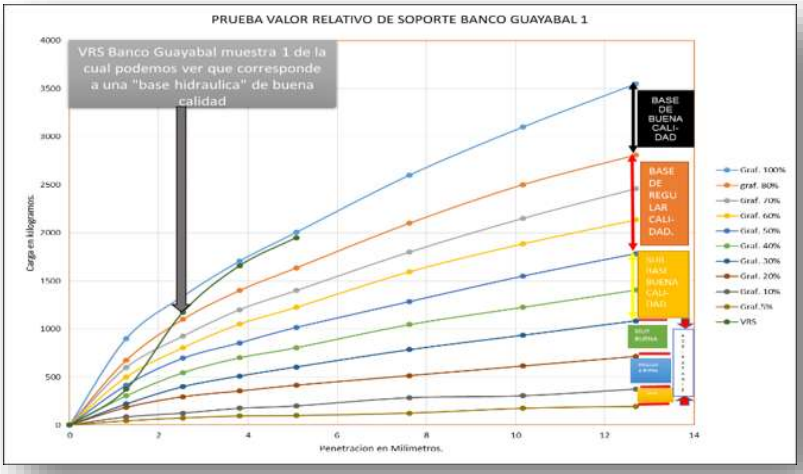
VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR)				
Nombre del banco	GUAYABAL MUESTRA 1		Ensaye	5
Estudio que se le va a efectuar	AASTHO-CBR			
Procedencia	APATZINGAN MICHOACAN			
RESISTENCIA A LA PENETRACION (kg)		X(mm)	Y(kg)	CBR
	0.64mm	27	238.9	17.6
	1.27mm	50	430.9	31.7
	1.91mm	74	631.3	46.4
	2.54mm	88	748.2	55.0
	5.08mm	118	998.7	73.4
	7.62mm	158	1332.7	98.0
	10.16mm			
	12.70mm			

3.5.6.- COMPACTACION PORTER.

La compactación PORTER se realizó para comparar los resultados con los de la prueba AASHTO.

PRUEBA DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE						
Nombre del banco		GUAYABAL MUESTRA 1		Ensaye	5	
Estudio que se le va a efectuar		Porter-VRS		Fecha de iniciacion.		28/10/2013
Procedencia		EL GUAYABAL MPIO DE BUENAVISTA		Fecha de terminacion.		31/10/2013
Dtos de molde:	altura (cm)=	12.7	diametro(cm)= 15.7	Laboratorista.		Gustavo Martinez
Area 193.593246	rm(t/m3)=	1.6269	rdmax(t/m3)= 1.4443			
Ph(gr)= 245	Ps(gr)=	217.5	Wo(%)= 12.6437			
h2(Iec.prom) 1.233	he=h2-h1	11.467		DATOS DEL MOLDE		
Numero del molde				2		
Volumen del molde			2458.63422			
Peso (p1) del molde			3020			PROMEDIO
Altura borde sup. Collarin a pl. de carga (cm)			L1= 1.22	L2= 1.25	L3= 1.24	14= 1.22	1.233
Peso especifico seco maximo (rdm) kg/m3						
Humedad que contiene el material (w1)						
						PROMEDIO
Grado de compactacion © %			8.36	8.36	8.36	8.36	8.36
peso especifico seco kg/m3; rd= (c/100) (rdm)						
RESISTENCIA A LA PENETRACION (kg)			X(mm)	Y(kg)	VRS		
		1.27 mm	43	372.49	27.389		
		2.54 mm	139	1174.09	86.330		
		3.81 mm	197	1658.39	121.940		
		5.08 mm	232	1950.64	143.429		
		7.62 mm					
		10.16 mm					
		12.70 mm					

3.5.7.- VALOR RELATIVO DE SOPORTE (VRS).



Graficando los resultados obtenidos en la prueba podemos ver que efectivamente el material cumple para base hidráulica.

3.5.8.- EQUIVALENTE DE ARENAS.

En la prueba de equivalente de arenas los resultados son satisfactorios ya que cumples por mucho lo especificado por la norma.

BANCO GUAYABAL MUESTRA 1					
PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3	
LEC. ARCILLA (PULG.)	LEC. ARENA (PULG.)	LEC. ARCILLA (PULG.)	LEC. ARENA (PULG.)	LEC. ARCILLA (PULG.)	LEC. ARENA (PULG.)
4.5	3.7	4.6	3.8	4.6	3.9
RESULTADOS %		RESULTADOS %		RESULTADOS %	
82.2222		82.6087		84.7826	
	PROMEDIO		83.2045		
	%EQ. ARENAS= (LNSarena/LNSarcilla)				

3.5.9.- DESGASTE DE LOS ANGELES.

En la prueba de desgaste de los ángeles el material cumple ya que sufren poco desgaste aunque el material es tipo A.

NOMBRE DEL BANCO	MUESTRA	TIPO DE MATERIAL	PESO INICIAL (gr)	PESO FINAL (gr)	% DE DESGASTE
HUNGARO	1	A	4985	3770	24.373
HUNGARO	2	B	5000	3730	25.4
SAN JUAN	1	C	5000	3710	25.8
GUAYABAL	2	A	5005	3945	21.179
GUAYABAL	1	B	5000	4125	17.500
MILPILLAS	2	A	5010	3920	21.756
	% de Desgaste $= \frac{Pi - Pf}{Pi} * 100$				

3.5.10.- PARTICULAS ALARGADAS Y PARTICULAS LAJEADAS.

Con los resultados obtenidos en la prueba de partículas alargadas y lajeadas podemos ver que el material es principalmente redondeado.

GUAYABAL MUESTRA 1					
ALARGADAS			LAJEADAS		
Ptmuestra	pno pasa	%	Ptmuestra	pno pasa	%
840	121.6	14.48	720	32.8	4.6

3.6.- BANCO DE MATERIALES PETREOS EL GUAYABAL.

------ MUESTRA 2

En la siguiente muestra el material es un poco más ósculo y de un peso específico mayor.

Fig.71.- Material de muestra dos el cual se revisó y se procedió a muestrear para ser analizado en el laboratorio

3.6.1.- GRANULOMETRIA DE MATERIALES.

Granulometría de materiales obtenido en base a la norma SCT para determinar la clasificación del material.

OPERADOR:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ			FECHA:		ENSAYE No:	6
PESO BRUTO	16220	gr		OBRA:	BANCO GUAYABAL MUESTRA 2		
TARA	3720	gr		VOL.	10540	CM3	
PESO NETO	12500	gr		PESO VOL.	1.19	kg/Cm3	

COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL MATERIAL EN MALLA No 4

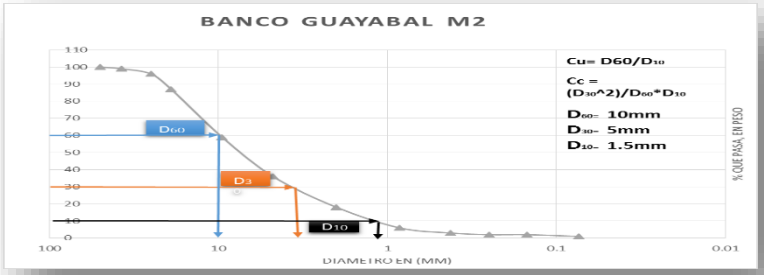
MALLA	PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA LA MALLA
3"	0	0	0	100
2 1/2"	0	0	0	100
2"	0	0	0	100
1 1/2"	90	1	1	99
1"	410	3	4	96
3/4"	1090	9	13	87
3/8"	3550	28	41	59
No. 4	2880	23	64	36
PASA No.4	4480	36	100	0
SUMA	12500	100		

DETERMINACION DE LA COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA No.4 (POR LAVADO)

OPERADOR	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ	FECHA	

MALLA	PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA LA MALLA
10	100.4	18	18	18
20	66.5	12	30	6
40	17.2	3	33	3
60	5.2	1	34	2
100	2.5	0	34	2
200	3.6	1	35	1
PASA No. 200	4.6	1	36	0
SUMA	200	36		

ABSORCION DENSIDAD Y DESGASTE			
PESO HUMEDO (Pw)....(1),gr	200	VOLUMEN(C.C. DESALOJADO).... (4)	200
PESO SECO (PS)....(2),gr	198.1	PESO SECO (Ps), gr..... (2)	400.1
% HUMEDAD (1)-(2)=3	0.959	DENSIDAD REL. APARENTE 2/4	2



Grafica que muestra los comportamientos de la granulometría del material.

3.6.2.- LIMITES DE CONSISTENCIA.

Para este material los limites resultaron inapreciables por lo tanto el material cumple con la norma.

OBRA:	BANCO GUAYABAL MUESTRA 2			FECHA:	26 DE SEPTIEMBRE DE 2013
LOCALIZACION:	CARR. BUENAVISTA-PERIBAN				
SONDEO No:	6	ENSAYE No.	6	OPERADOR:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ
MUESTRA No:	6	PROF:	NTN	CALCULO:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ
DESCRIPCION:					

LIMITE LIQUIDO										
PRUEBA No.	CAPSULA No.	NUMERO DE GOLPES			PESO DE LA CAPSULA +	PESO DE LA CAPSULA +	PESO DEL AGUA	PESO DE LA CAPSULA	PESO DEL SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA
					gr	gr	gr	gr	gr	%
		INAPRESIABLE								
LIMITE PLASTICO										
		INAPRESIABLE								
HUMEDAD NATURAL										
CONTRACCION LINEAL:			LONGITUD INICIAL			LONGITUD FINAL			% CONTRACCION	
			10			10			0	
CONTRACCION VOLUMETRICA:										

3.6.3.- DENSIDAD DE SOLIDOS.

Para esta prueba de densidad de solidos solo el resultado de dos matraces nos dieron lógicos así que solo tomamos en cuenta estos.

OBRA:	BANCO EL GUAYABAL MUESTRA 2		
LOCALIZACION:	CARRETERA BUENAVISTA-PERIBAN		
SONDEO No:	6	ENSAYE No:	6
MUESTRA No:	6	PROFUNDIDAD:	NTN
DESCRIPCION DEL MATERIAL:			
FECHA:	7 DE OCTUBRE DE 2013	OPERADOR:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ
		CALCULO:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ

PRUEBA No:		
MATRAZ No:	10	2
Wfsw (gr)	726.3	714.5
Temperatura (ºc)	21	23
Wfw (gr)	689.347	677.8238
Capsula de evaporacion No.	8	3
Peson de la capsula muestra seca (gr)	703.9	704.2
Peso capsula (gr)	650.2	652.8
Ws (gr)	53.7	51.4
Ss	2.650	2.710

Wfsw	Peso del matraz + Agua + Muestra a T C
Wfw	Peso del matraz + Agua + Muestra a T C (Dela curva de calibracion del matraz
Ws	Peso del suelo seco
Ss	Peso especifico relativo de los solidos = ((Ws)/Wfw+ws-Wfsw)
OBSERVACIONES:	

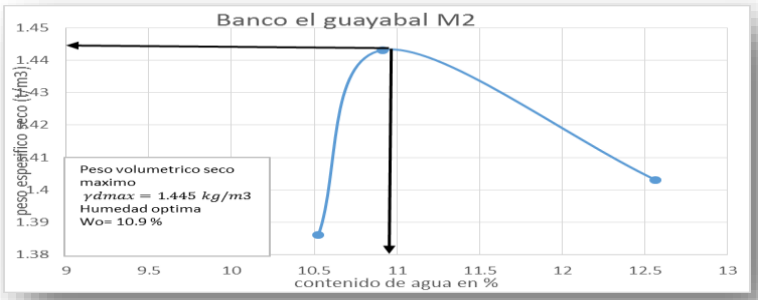
3.6.4.- COMPACTACION AASHTO.

La prueba AASHTO se hizo basándose en la norma de la SCT. Para de esa manera obtener la humedad optima y el peso seco máximo del material.

OPERADOR:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ	CALCULISTA:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ			FECHA:	
OBRA:	BANCO GUAYABAL MUESTRA 2		TIPO DE PRUEBA		PORTER MODIFICADA		
LOCALIZACION:	CARRETERA BUENAVISTA-PERIBAN		MOLDE No	1	VOL: (CM3)	2114.765	PESO (gr) 3670
SONDEO	6	ENSAYE No 6	PESO MARTILLO (gr)		4500	ALT. CAIDA (CM)	30.5
MUESTRA No	6	PROF: NTN	No. DE CAPAS		5	GOLPES POR CAPA	56
DESCRIPCION							

PRUEBA No.	500 ml	700 ml	850 ml			
PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	6910	7055	7010			
PESO DEL MOLDE (gr)	3670	3670	3670			
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	3240	3385	3340			
PESO ESPECIFICO HUMEDO (Tn/M3)	1.53208513	1.60065066	1.5793717			
CAPSULA No.	1	1	1			
PESO DE LA CAPSULA + SUELO HUMEDO (gr)	144.9	237.8	218.6			
PESO DE LA CAPSULA + SUELO SECO (gr)	131.1	214.4	194.2			
PESO DEL AGUA (gr)	13.8	23.4	24.4			
PESO DE LA CAPSULA (gr)						
PESO DEL SUELO SECO (gr)	131.1	214.4	194.2			
CONTENIDO DE AGUA EN %	10.5263158	10.9141791	12.5643666			
PESO ESPECIFICO SECO (Tn/m3)	1.38617226	1.44314341	1.40308319			
RELACION DE VACIOS: e						

PESO ESPECIFICO SECO= (PESO ESPECIFICO HUMEDO/1+ CONTENIDO DE AGUA)



Para este caso solo se tomaron tres tanteos ya que no fue necesario un cuarto debido a que rápidamente se pasó de la parte seca a la saturada.

3.6.5.- VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR).

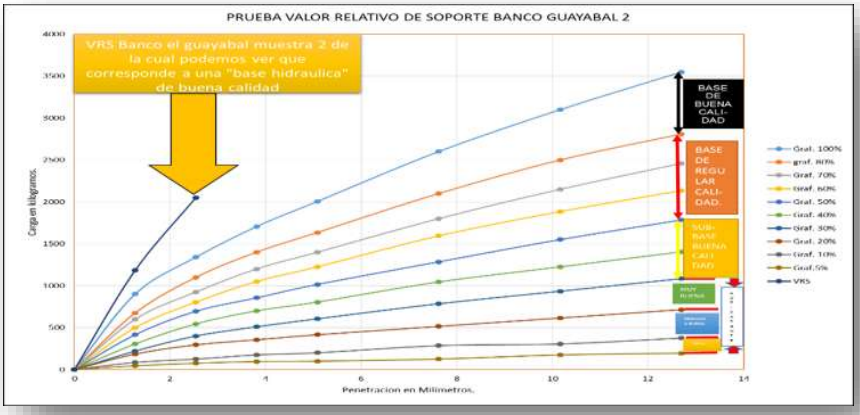
VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR)				
Nombre del banco	GUAYABAL MUESTRA 2		Ensaye	6
Estudio que se le va a efectuar	AASTHO-CBR			
Procedencia	APATZINGAN MICHOACAN			
RESISTENCIA A LA PENETRACION (kg)		X(mm)	Y(kg)	CBR
	0.64mm	4	46.8	3.4
	1.27mm	10	96.9	7.1
	1.91mm	23	205.5	15.1
	2.54mm	45	389.2	28.6
	5.08mm	100	848.4	62.4
	7.62mm	146	1232.5	90.6
	10.16mm	247	2075.9	152.6
	12.70mm			

3.6.6.- COMPACTACION PORTER.

La prueba PORTER en la que cuenta mucho la experiencia del que la realiza para este caso solo se tomaron dos penetraciones ya que el material tiene alta resistencia y cumplía fácilmente con lo especificado en la norma.

PRUEBA DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE							
Nombre del banco		GUAYBAL MUESTRA 2		Ensaye	6		
Estudio que se le va a efectuar		Porter-VRS		Fecha de iniciacion.		28/10/2013	
Procedencia		EL GUAYABAL MPIO DE BUENAVISTA		Fecha de terminacion.		31/10/2013	
Dtos de molde:	altura (cm)=	12.8	diametro(cm)=	15.7	Laboratorista.		Gustavo Martinez
Area 193.593246	rm(t/m3)=	1.6142	rdmax(t/m3)=	1.4452			
Ph(gr)= 175.7	Ps(gr)=	157.3	Wo(%)=	11.6974			
h2(lec.prom) 0.923	he=h2-h1	11.877					
Numero del molde					1		
Volumen del molde				2477.9935			
Peso (p1) del molde				4975		3075	PROMEDIO
Altura borde sup. Collarin a pl. de carga (cm)				L1= 0.91	L2= 0.88	L3= 1.0	L4= 0.90	0.923
Peso especifico seco maximo (rdm) kg/m3							
Humedad que contiene el material (w1)							
							PROMEDIO
Grado de compactacion © %				8.31	8.31	8.31	8.31	8.31
peso especifico seco kg/m3; rd= (c/100) (rdm)							
RESISTENCIA A LA PENETRACION (kg)				X(mm)	Y(kg)	VRS	
		1.27 mm		140	1182.44	86.9441	
		2.54 mm		244	2050.84	150.7971	
		3.81 mm					
		5.08 mm					
		7.62 mm					
		10.16 mm					
		12.70 mm					

3.6.7.- VALOR RELATIVO DE SOPORTE (VRS).



En la gráfica podemos ver como solo se grafican dos puntos y el material cumple para una base de buena calidad.

3.6.8.- EQUIVALENTE DE ARENAS.

Para este particular caso en material no tiene presencia absoluta de arcilla por eso el resultado de cien por ciento de arenas y por lo tanto cumple con lo especificado por la norma.

BANCO GUAYABAL MUESTRA 2					
PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3	
LEC. ARCILLA (PULG.)	LEC. ARENA (PULG.)	LEC. ARCILLA (PULG.)	LEC. ARENA (PULG.)	LEC. ARCILLA (PULG.)	LEC. ARENA (PULG.)
4.25	4.1	4.7	4.7	4.6	4.6
RESULTADOS %		RESULTADOS %		RESULTADOS %	
96.4706		100.0000		100.0000	
	PROMEDIO		98.8235		
	%EQ. ARENAS= (LNSarena/LNSarcilla)				

3.6.9.- DESGASTE DE LOS ANGELES.

En base a los resultados obtenidos este material es uno de los mejores ya que al ser tan denso tiene poco desgaste y es muy apto para ser utilizado en lo que se requiere.

NOMBRE DEL BANCO	MUESTRA	TIPO DE MATERIAL	PESO INICIAL (gr)	PESO FINAL (gr)	% DE DESGASTE
HUNGARO	1	A	4985	3770	24.373
HUNGARO	2	B	5000	3730	25.4
SAN JUAN	1	C	5000	3710	25.8
GUAYABAL	2	A	5005	3945	21.179
GUAYABAL	1	B	5000	4125	17.500
MILPILLAS	2	A	5010	3920	21.756
	% de Desgaste $= \frac{Pi - Pf}{Pi} * 100$				

3.6.10.- PARTICULAS ALARGADAS Y PARTICULAS LAJEADAS.

En base a los resultados el material es principalmente redondeado.

GUAYABAL MUESTRA 2					
ALARGADAS			LAJEADAS		
Ptmuestra	pno pasa	%	Ptmuestra	pno pasa	%
685	105.2	15.36	700	20.4	2.9

3.7.- BANCO DE MATERIALES PETREOS MILPILLAS.

El siguiente banco en estudio es el llamado “milpillas” el cual se encuentra ubicado en el km. 8 carretera Buenavista-Periban en tal kilometro se llega a una población llamada 5 de mayo y de tal población se desprende un tramo de brecha muy accesible de aproximadamente 3 kilómetros y de esa manera es como tenemos acceso al banco de materiales “milpillas”.

El banco que mencionaremos a continuación no es explotado actualmente y del cual solo se extrajo una muestra de material la cual a simple vista se observa que es de gran calidad, y a continuación les presentaremos las imágenes tomadas en dicho lugar.

------ MUESTRA.

Fig.72.- Toma panoramica del banco de material el cual se aprecian que es una grava de color rojizo.

Despues de observar el material y la zona a ser estudiada se procedio a tomar la muestra de material para ser analizada en el laboratorio.

Fig.73.- Obtencion de la muestra de banco “milpillas” la cual sera analizada en tesis de licenciatura.

3.7.1.- GRANULOMETRIA DE MATERIALES.

La granulometría para este banco de material fue muy importante ya que en este caso no se tiene ningún dato sobre los materiales con los que cuenta este banco y sobre el material tomado se obtuvo que es una SP-SM arena limosa mal graduada.

OPERADOR:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ			FECHA:			ENSAYE No:	7
PESO BRUTO	14525	gr		OBRA:	BANCO MILPILLAS			
TARA	3720	gr		VOL.	**10540**	cm3		
PESO NETO	10805	gr		PESO VOL.		**1.025**	kg/cm3	

COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL MATERIAL EN MALLA No 4

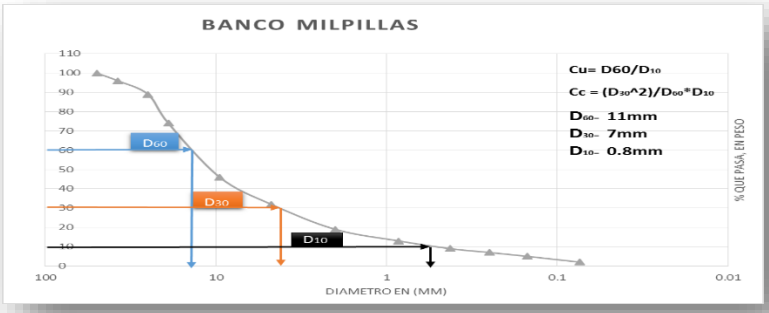
MALLA	PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA LA MALLA
3"	0	0	0	100
2 1/2"	0	0	0	100
2"	0	0	0	100
1 1/2"	415	4	4	96
1"	710	7	11	89
3/4"	1520	15	26	74
3/8"	2960	28	54	46
No. 4	1895	14	68	32
PASA No.4	3305	32	100	0
SUMA	10805	100		

DETERMINACION DE LA COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA No.4 (POR LAVADO)

OPERADOR	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ	FECHA	

MALLA	PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA LA MALLA
10	78.8	13	13	19
20	39.7	6	19	13
40	23.3	4	23	9
60	15.2	2	25	7
100	11.3	2	27	5
200	17.4	3	30	2
PASA No. 200	14.3	2	32	0
SUMA	200	32		

ABSORCION DENSIDAD Y DESGASTE			
PESO HUMEDO (Pw)....(1),gr	200	VOLUMEN(C.C. DESALOJADO)..... (4)	210
PESO SECO (PS)....(2),gr	178.5	PESO SECO (Ps), gr..... (2)	399.3
% HUMEDAD (1)-(2)=3	12.04	DENSIDAD REL. APARENTE 2/4	1.9



Grafica que muestra el comportamiento granulométrico del material.

3.7.2.- LIMITES DE CONSISTENCIA.

Al igual que en todos los materiales los limites resultaron inapreciables por lo tanto cumplen con respecto a la norma.

OBRA:	BANCO MILPILLAS				FECHA:	26 DE SEPTIEMBRE DE 2013				
LOCALIZACION:	CARR. BUENAVISTA-PERIBAN									
SONDEO No:	7	ENSAYE No.	7		OPERADOR:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ				
MUESTRA No:	7	PROF:	NTN		CALCULO:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ				
DESCRIPCION:										
LIMITE LIQUIDO										
PRUEBA No.	CAPSULA No.	NUMERO DE GOLPES			PESO DE LA CAPSULA + SUELO	PESO DE LA CAPSULA +	PESO DEL AGUA	PESO DE LA CAPSULA	PESO DEL SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA
					gr	gr	gr	gr	gr	%
		INAPRESIABLE								
LIMITE PLASTICO										
		INAPRESIABLE								
HUMEDAD NATURAL										
CONTRACCION LINEAL:			LONGITUD INICIAL			LONGITUD FINAL			% CONTRACCION	
			9.98			9.98			0	
CONTRACCION VOLUMETRICA:										

3.7.3.- DENSIDAD DE SOLIDOS.

La densidad de sólidos para este material resulto muy bueno ya que para estos materiales oscilan entre 2.6 y 2.8 por lo tanto es adecuado y cumple con las especificaciones.

OBRA:	BANCO MILPILLAS								
LOCALIZACION:	CARRETERA BUENAVISTA-PERIBAN								
SONDEO No:	7				ENSAYE No:	7			
MUESTRA No:	7				PROFUNDIDAD:	NTN			
DESCRIPCION DEL MATERIAL:									
FECHA:	8 DE OCTUBRE DE 2013				OPERADOR:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ			
					CALCULO:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ			
PRUEBA No:									
MATRAZ No:						10			
Wfsw (gr)						713.8			
Temperatura (ºc)						30			
Wfw (gr)						688.051			
Capsula de evaporacion No.						C			
Peson de la capsula muestra seca (gr)						190.7			
Peso capsula (gr)						141.9			
Ws (gr)						48.8			
Ss						2.680			
Wfsw	Peso del matraz + Agua + Muestra a T C								
Wfw	Peso del matraz + Agua + Muestra a T C (Dela curva de calibracion del matraz								
Ws	Peso del suelo seco								
Ss	Peso especifico relativo de los solidos = ((Ws)/Wfw+ws-Wfsw)								
OBSERVACIONES:									

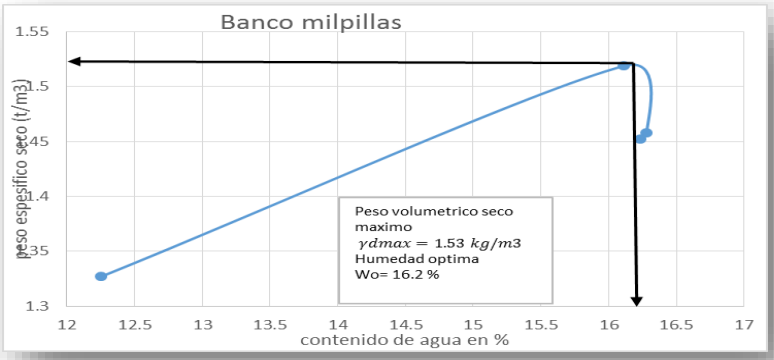
3.7.4.- CONPACTACION AASHTO.

Al igual que para los materiales anteriores la prueba se realizó conforme a la norma y la finalidad de asarla aparte de obtener humedad y peso seco máximo es realizar la comparativa con la prueba porte.

OPERADOR:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ		CALCULISTA:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ			FECHA:		
OBRA:	BANCO MILPILLAS			TIPO DE PRUEBA		PORTER MODIFICADA			
LOCALIZACION:	CARRETERA BUENAVISTA-PERIBAN			MOLDE No	1	VOL: (CM3)	2114.765	PESO (gr)	3670
SONDEO	7	ENSAYE No	7	PESO MARTILLO (gr)		4500	ALT. CAIDA (CM)		30.5
MUESTRA No	7	PROF:	NTN	No. DE CAPAS		5	GOLPES POR CAPA		56
DESCRIPCION									

PRUEBA No.	500 ml	700 ml	900 ml	1000 ml		
PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	6820	7400	7255	7240		
PESO DEL MOLDE (gr)	3670	3670	3670	3670		
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	3150	3730	3585	3570		
PESO ESPECIFICO HUMEDO (Tn/M3)	1.48952721	1.763789357	1.695223819	1.6881308		
CAPSULA No.	1	1	1	1		
PESO DE LA CAPSULA + SUELO HUMEDO (gr)	228	217.6	287.1	302.2		
PESO DE LA CAPSULA + SUELO SECO (gr)	203	187.4	246.9	260		
PESO DEL AGUA (gr)	25	30.2	40.2	42.2		
PESO DE LA CAPSULA (gr)						
PESO DEL SUELO SECO (gr)	204	187.4	246.9	260		
CONTENIDO DE AGUA EN %	12.254902	16.11526147	16.2818955	16.230769		
PESO ESPECIFICO SECO (Tn/m3)	1.32691506	1.518998739	1.457857057	1.4523958		
RELACION DE VACIOS: e						

PESO ESPECIFICO SECO= (PESO ESPECIFICO HUMEDO/1+ CONTENIDO DE AGUA)



Grafica de los puntos obtenidos mediante la prueba AASHTO para determinar peso vol. Seco máximo y humedad óptima.

3.7.5.- VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR).

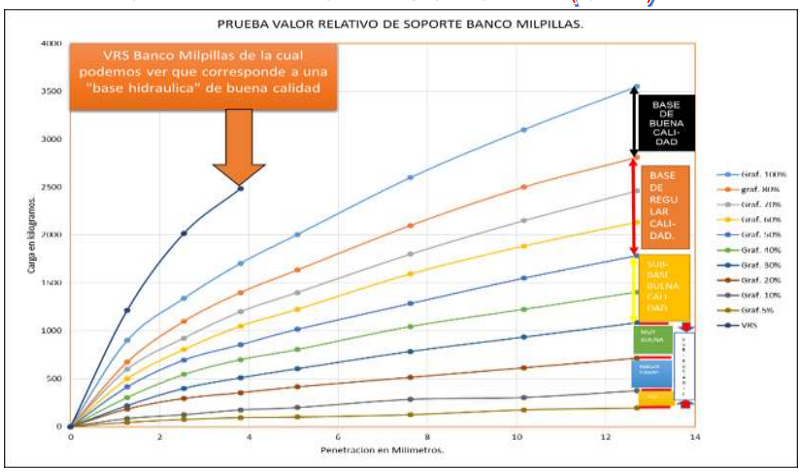
VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR)				
Nombre del banco	MILPILLAS		Ensaye	7
Estudio que se le va a efectuar	AASTHO-CBR			
Procedencia	APATZINGAN MICHOACAN			
RESISTENCIA A LA PENETRACION (kg)		X(mm)	Y(kg)	CBR
	0.64mm	12	113.6	8.4
	1.27mm	26	230.5	17.0
	1.91mm	40	347.4	25.5
	2.54mm	45	389.2	28.6
	5.08mm	74	631.3	46.4
	7.62mm	104	881.8	64.8
	10.16mm	187	1574.9	115.8
	12.70mm			

3.7.6.- COMPACTACION PORTER.

Para este caso solo se tomaron tres tanteos ya rápidamente al incrementarle agua el material tubo un descenso de peso y ya con eso podíamos encontrar la humedad y el peso seco máximo del material.

PRUEBA DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE							
NOMBRE DEL BANCO		MILPILLAS			Ensaye	7	
Estudio que se le va a efectuar		Porter-VRS			Fecha de iniciacion.	28/10/2013	
Procedencia		BUENAVISTA TOMATLAN			Fecha de terminacion.	31/10/2013	
Dtos de molde:	altura (cm)=	12.7	diametro(cm)=	15.6	Laboratorista.	Gustavo Martinez	
Area 191.134944	rm(t/m3)=	1.64784431	**rdmax(t/m3)=**	**1.459**			
Ph(gr)= 382.2	Ps(gr)=	338.4	**Wo(%)=**	**12.9433**			
h2(lec.prom) 0.868	he=h2-h1	11.832			**DATOS DEL MOLDE**		
Numero del molde						3	
Volumen del molde				2427.41379			
Peso (p1) del molde				3050			PROMEDIO
Altura borde sup. Collarin a pl. de carga (cm)				L1= 0.91	L2= 0.76	L3= 0.91	L4= 0.89	0.868
Peso especifico seco maximo (rdm) kg/m3							
Humedad que contiene el material (w1)							
							PROMEDIO
Grado de compactacion © %				7.47	7.47	7.47	7.47	7.47
peso especifico seco kg/m3; rd= (c/100) (rdm)							
RESISTENCIA A LA PENETRACION (kg)				X(mm)	Y(kg)	VRS		
		1.27 mm		144	1215.84	89.4		
		2.54 mm		240	2017.44	148.341		
		3.81 mm		296	2485.04	182.724		
		5.08 mm						
		7.62 mm						
		10.16 mm						
		12.70 mm						

3.7.7.- VALOR RELATIVO DE SOPORTE (CVR).



Grafica del comportamiento que tuvo el material al ser sometido al prueba de VRS y el cual tuvo resultados satisfactorios para ser utilizado para una base hidráulica.

3.7.8.- EQUIVALENTE DE ARENAS.

Como podemos ver en los resultados el material no tiene ninguna presencia de material arcilloso por lo tanto cumple con lo especificaciones de la norma y es de calidad aceptable.

BANCO MILPILLAS					
PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3	
LEC. ARCILLA (PULG.)	LEC. ARENA (PULG.)	LEC. ARCILLA (PULG.)	LEC. ARENA (PULG.)	LEC. ARCILLA (PULG.)	LEC. ARENA (PULG.)
4.4	4.4	4.3	4.3	4.4	4.4
RESULTADOS %		RESULTADOS %		RESULTADOS %	
100.0000		100.0000		100.0000	
	PROMEDIO		**100.0000**		
	%EQ. ARENAS= (LNSarena/LNSarcilla)				

3.7.9.- DESGASTE DE LOS ANGELES.

Al someter los materiales al desgaste abrasivo de los ángeles el material cumple por lo tanto si podrá ser utilizado como una base hidráulica.

NOMBRE DEL BANCO	MUESTRA	TIPO DE MATERIAL	PESO INICIAL (gr)	PESO FINAL (gr)	% DE DESGASTE
HUNGARO	1	A	4985	3770	24.373
HUNGARO	2	B	5000	3730	25.4
SAN JUAN	1	C	5000	3710	25.8
GUAYABAL	2	A	5005	3945	21.179
GUAYABAL	1	B	5000	4125	17.500
MILPILLAS	2	A	5010	3920	21.756
	$\% \text{ de Desgaste} = \frac{Pi - Pf}{Pi} * 100$				

3.7.10.- PARTICULAS ALARGADAS Y PARTICULAS LAJEADAS.

MILPILLAS					
ALARGADAS			LAJEADAS		
Ptmuestra	pno pasa	%	Ptmuestra	pno pasa	%
610	112.3	18.4	670	29.2	4.36

3.8.- BANCO DE MATERIALES PETREOS "LA PAJA"

El siguiente banco en estudio es el llamado "milpillas" el cual se encuentra ubicado en el km. 8 carretera Buenavista-Periban en tal kilometro se llega a una población llamada 5 de mayo y de esa población se desprende un tramo de brecha muy accesible de aproximadamente 3 kilómetros y de esa manera es como tenemos acceso al banco de materiales "milpillas".

El banco que mencionaremos a continuación no es explotado actualmente y del cual solo se extrajo una muestra de material la cual a simple vista se observa que es de gran calidad, y a continuación les presentaremos las imágenes tomadas en dicho lugar.

-------- MUESTRA.

Despues de aver sido observada la zona y revizar el material se procedio a tomar las muestras para ser analizado el material.

Fig.74.- Toma de muestras de banco “la paja” para ser analizadas en tesis de licenciatura.

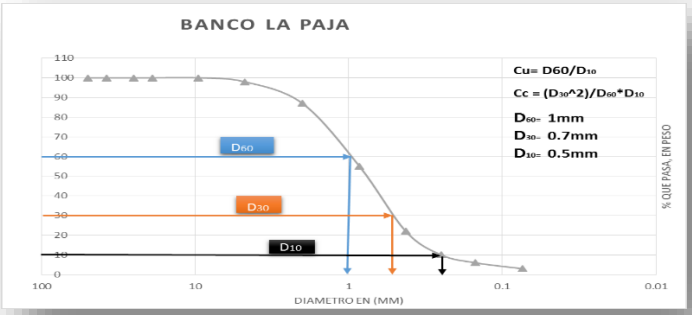
3.8.1.- GRANULOMETRIA DE MATERIALES.

OPERADOR:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ			FECHA:		ENSAYE No:	8
PESO BRUTO	17960	gr		OBRA:	BANCO LA PAJA		
TARA	3720	gr		VOL.	10540	cm3	
PESO NETO	14240	gr		PESO VOL.	1.351	kg/cm3	

COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL MATERIAL EN MALLA No 4				
MALLA	PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA LA MALLA
3"	0	0	0	100
2 1/2"	0	0	0	100
2"	0	0	0	100
1 1/2"	0	0	0	100
1"	0	0	0	100
3/4"	0	0	0	100
3/8"	30	0	0	100
No. 4	275	2	2	98
PASA No.4	13935	98	100	0
SUMA	14240	100		

DETERMINACION DE LA COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA No.4 (POR LAVADO)							
OPERADOR	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ			FECHA			
MALLA	PESO RETENIDO PARCIAL		% RETENIDO PARCIAL		% RETENIDO ACUMULADO		% QUE PASA LA MALLA	
10	22.1		11		11		87	
20	65.5		32		43		55	
40	67.6		33		76		22	
60	23.5		12		88		10	
100	8		4		92		6	
200	6.7		3		95		3	
PASA No. 200	6.6		3		98		0	
SUMA	200		98					

ABSORCION DENSIDAD Y DESGASTE			
PESO HUMEDO (Pw)....(1),gr	200	VOLUMEN(C.C. DESALOJADO).... (4)	80
PESO SECO (PS)....(2),gr	183.7	PESO SECO (Ps), gr..... (2)	118.1
% HUMEDAD (1)-(2)=3	8.873	DENSIDAD REL. APARENTE 2/4	1.48



3.8.2.- LIMITES DE CONSISTENCIA.

OBRA:	BANCO LA PAJA				FECHA:	26 DE SEPTIEMBRE DE 2013				
LOCALIZACION:	CARR. BUENAVISTA-PERIBAN									
SONDEO No:	8	ENSAYE No.	8		OPERADOR:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ				
MUESTRA No:	8	PROF:	NTN		CALCULO:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ				
DESCRIPCION:										
LIMITE LIQUIDO										
PRUEBA No.	CAPSULA No	NUMERO DE GOLPES			PESO DE LA CAPSULA +	PESO DE LA CAPSULA +	PESO DEL AGUA	PESO DE LA CAPSULA	PESO DEL SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA
					gr	gr	gr	gr	gr	%
		INAPRESIABLE								
LIMITE PLASTICO										
		INAPRESIABLE								
HUMEDAD NATURAL										
CONTRACCION LINEAL:			LONGITUD INICIAL			LONGITUD FINAL			% CONTRACCION	
			10.08			10.08			0	
CONTRACCION VOLUMETRICA:										

3.8.3.- DENSIDAD DE SOLIDOS.

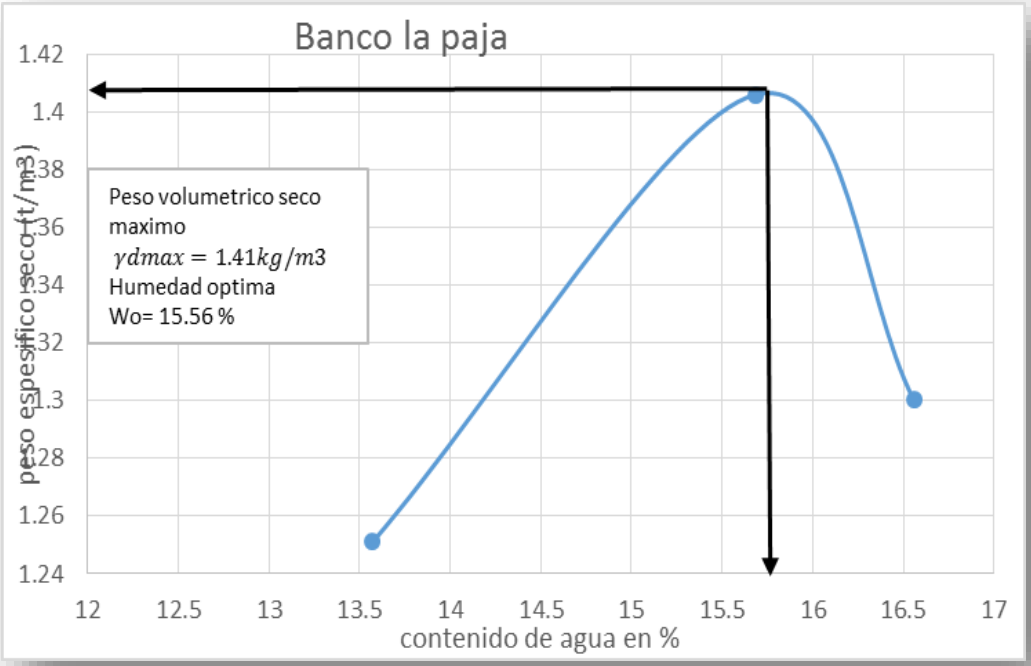
OBRA:	BANCO LA PAJA								
LOCALIZACION:	CARRETERA BUENAVISTA-PERIBAN								
SONDEO No:	8				ENSAYE No:	8			
MUESTRA No:	8				PROFUNDIDAD:	NTN			
DESCRIPCION DEL MATERIAL:									
FECHA:	8 DE OCTUBRE DE 2013				OPERADOR:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ			
					CALCULO:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ			
PRUEBA No:									
MATRAZ No:					2	2		2	
Wfsw (gr)					708.4	708.4		708.4	
Temperatura (ºc)					29	27		27	
Wfw (gr)					676.8308	677.169		677.169	
Capsula de evaporacion No.					3A	3		23	
Peson de la capsula muestra seca (gr)					808.4	703.9		707.3	
Peso capsula (gr)					758.4	654.4		657.8	
Ws (gr)					50	49.5		49.5	
Ss					2.713	2.710		2.710	
Wfsw	Peso del matraz + Agua + Muestra a T C								
Wfw	Peso del matraz + Agua + Muestra a T C (Dela curva de calibracion del matraz								
Ws	Peso del suelo seco								
Ss	Peso especifico relativo de los solidos = ((Ws)/Wfw+ws-Wfsw)								
OBSERVACIONES:									

3.8.4.- COMPACTACION AASHTO.

OPERADOR:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ			CALCULISTA:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ		FECHA:		
OBRA:					TIPO DE PRUEBA		PORTER MODIFICADA		
LOCALIZACION:	CARRETERA BUENAVISTA-PERIBAN				MOLDE No	1	VOL: (CM3)	2114.765	PESO (gr)	3670
SONDEO		ENSAYE No			PESO MARTILLO (gr)		4500	ALT. CAIDA (CM)		30.5
MUESTRA No		PROF:	NTN		No. DE CAPAS		5	GOLPES POR CAPA		56
DESCRIPCION									

PRUEBA No.	600 ml	750 ml	800 ml			
PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	7630	7650	7575			
PESO DEL MOLDE (gr)	3670	3670	3670			
PESO DEL SUELO HUMEDO (gr)	3960	3980	3905			
PESO ESPECIFICO HUMEDO (Tn/M3)	1.87254849	1.8820058	1.84654087			
CAPSULA No.	1	1	1			
PESO DE LA CAPSULA + SUELO HUMEDO (gr)	250.9	290.2	319.1			
PESO DE LA CAPSULA + SUELO SECO (gr)	222.9	257.5	279.5			
PESO DEL AGUA (gr)	28	32.7	39.6			
PESO DE LA CAPSULA (gr)						
PESO DEL SUELO SECO (gr)	222.9	257.5	279.5			
CONTENIDO DE AGUA EN %	12.5616869	12.6990291	14.1681574			
PESO ESPECIFICO SECO (Tn/m3)	1.66357536	1.66993968	1.61738694			
RELACION DE VACIOS: e						

PESO ESPECIFICO SECO= (PESO ESPECIFICO HUMEDO/1+ CONTENIDO DE AGUA)



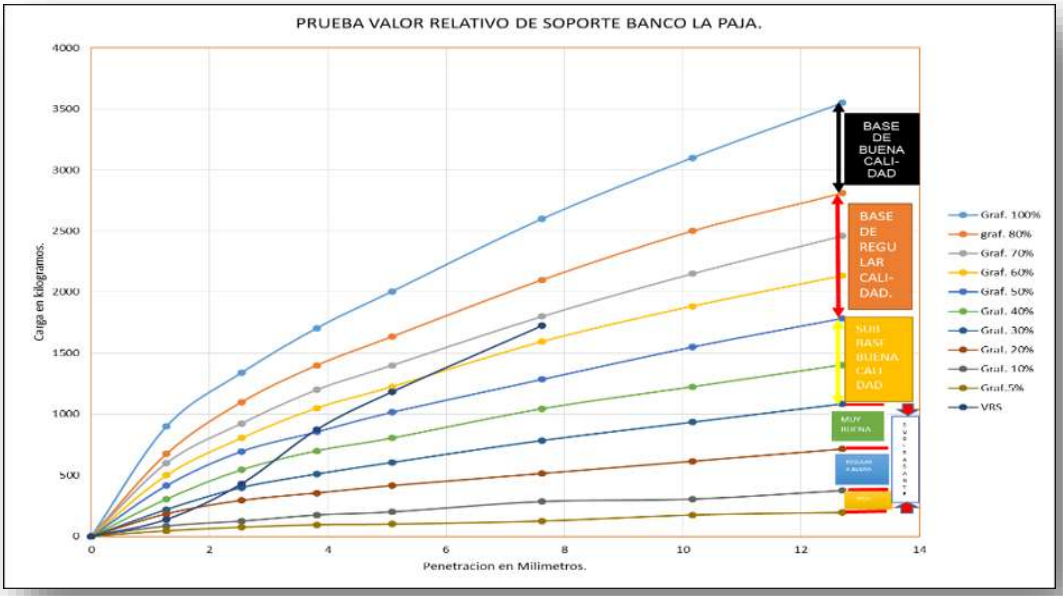
3.8.5.- VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR).

VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR)				
Nombre del banco	LA PAJA		Ensaye	8
Estudio que se le va a efectuar	AASTHO-CBR			
Procedencia	APATZINGAN MICHOACAN			
RESISTENCIA A LA PENETRACION (kg)		X(mm)	Y(kg)	CBR
	0.64mm	3	38.5	2.8
	1.27mm	7	71.9	5.3
	1.91mm	14	130.3	9.6
	2.54mm	22	197.1	14.5
	5.08mm	42	364.1	26.8
	7.62mm	65	556.2	40.9
	10.16mm	116	982.0	72.2
	12.70mm			

3.8.6.- COMPACTACION PORTER.

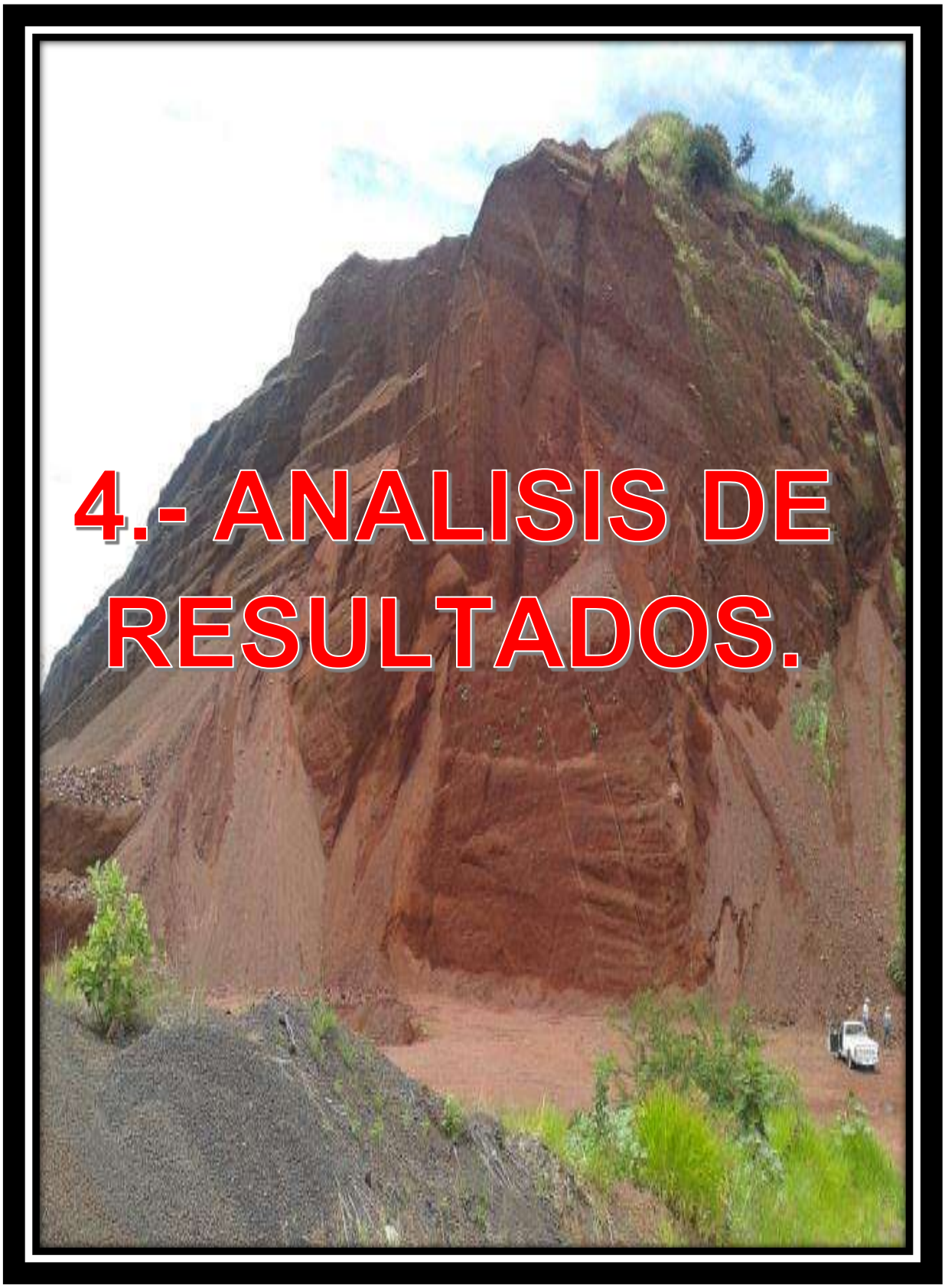
PRUEBA DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE								
Nombre del banco			LA PAJA		Ensaye	8		
Estudio que se le va a efectuar			Porter-VRS		Fecha de iniciacion.		29/10/2013	
Procedencia			BUENAVISTA TOMATLAN		Fecha de terminacion.		01/10/2013	
Dtos de molde:		altura (cm)=	12.7	diametro(cm)= 15.6	Laboratorista.		Gustavo Martinez	
Area	191.134944	rm(t/m3)=	1.6478	rdmax(t/m3)=	1.4424			
Ph(gr)=	334.4	Ps(gr)=	292.7	Wo(%)=	14.2467			
h2(lec.prom)	2.1	he=h2-h1	10.6		DATOS DEL MOLDE			
Numero del molde						5		
Volumen del molde					2427.41379			
Peso (p1) del molde					3085			PROMEDIO
Altura borde sup. Collarin a pl. de carga (cm)					L1= 2.08	L2= 2.12	L3= 2.14	L4= 2.06	2.1
Peso especifico seco maximo (rdm) kg/m3								
Humedad que contiene el material (w1)								
Grado de compactacion © %					5.26	5.26	5.26	5.26	5.26
peso especifico seco kg/m3; rd= (c/100) (rdm)								
RESISTENCIA A LA PENETRACION (kg)					X(mm)	Y(kg)	VRS		
			1.27 mm		15	138.69	10.1978		
			2.54 mm		50	430.94	31.6868		
			3.81 mm		103	873.49	64.2272		
			5.08 mm		140	1182.44	86.9441		
			7.62 mm		205	1725.19	126.8522		
			10.16 mm						
			12.70 mm						

3.8.7.- VALOR RELATIVO DE SOPORTE (VRS).



3.8.8.- EQUIVALENTE DE ARENAS.

BANCO LA PAJA					
PROBETA 1		PROBETA 2		PROBETA 3	
LEC. ARCILLA (PULG.)	LEC. ARENA (PULG.)	LEC. ARCILLA (PULG.)	LEC. ARENA (PULG.)	LEC. ARCILLA (PULG.)	LEC. ARENA (PULG.)
4.4	4	4.1	3.6	4.7	4.3
RESULTADOS %		RESULTADOS %		RESULTADOS %	
90.9091		87.8049		91.4894	
	PROMEDIO		90.0678		
	%EQ. ARENAS= (LNSarena/LNSarcilla)				



4.- ANALISIS DE RESULTADOS.

4.1.- ANALISIS, BANCO DE MATERIALES PETREOS EL HUNGARO MUESTRA 1.

SOLICITANTE:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ		
OBRA:	ESTUDIO DE BANCO DE MATERIALES BANCO EL HUNGARO MUESTRA 1		
LOCALIZACIÓN:	APATZINGAN MICHOACAN		
FECHA DE RECIBIDO:	FECHA INFORME:	ENSAYE No:	1
PROCEDENCIA:	CENTRO-SUR		
MATERIAL:	BASE HIDRAULICA.		
ENVIADA POR:	PERSONAL DEL LABORATORIO.		

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL

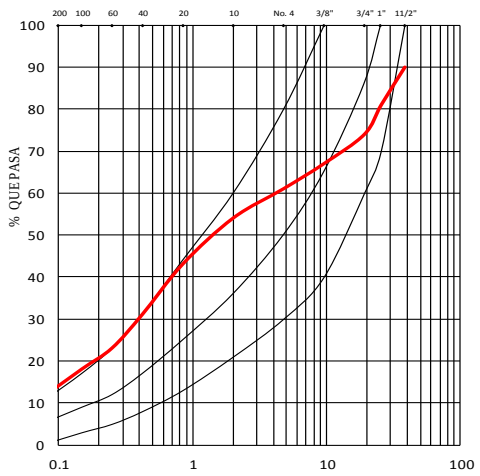
COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

MALLAS		QUE PASA (%)	ESPECIFICACIONES ∑L≤10 (6)	ESPECIFICACIONES ∑L>10 (6)
1 ½"	(38.1)	90	100	100
1"	(25.4)	81	70-100	70-100
¾"	(19)	74	60-100	60-86
3/8"	(9.51)	67	40-100	40-65
No. 4	(4.76)	61	30-80	30-50
10	(2)	54	21-60	21-36
20	(0.841)	43	13-44	13-25
40	(0.42)	31	8-31	8-17
60	(0.25)	23	5-23	5-12
100	(0.149)	18	3-17	3-9
200	(0.074)	11	0-10	0-5

	G%	S%	F%
	39	50	11

LÍMITE LÍQUIDO (%)	INAP.	25 máx	25 máx
ÍNDICE PLÁSTICO (%)	INAP.	6 máx	6 máx
CONTRACCIÓN LINEAL	0.0		
EQUIV. DE ARENA (%)	77.836	40 min	50 min
VRS ESTANDAR (%)	128.1	80 min	100 min
DESGASTE (%)	24.376	35 máx	30 máx
PART. ALARGADAS (%)	14.2	40 máx	35 máx
PART. LAJEADAS (%)	15.7	40 máx	35 máx
DESPERDICIO (%)	0		
PVSS (tn/m^3)	1.501		
PVSM(PORTER)(tn/m^3)	1.418		
HUMEDAD ÓPTIMA (%)	14.3		
PVSS(PROCTOR) (tn/m^3)	1.5		
PVSM(PROCTOR)(tn/m^3)	1.7		
HUMEDAD ÓPTIMA(PROCTOR) (%)	16.2		
CBR ESTANDAR (%)	135.5	80 min	100 min
EXPANSIÓN (%)	0.00		
VALOR CEMENTANTE (kg/cm^2)	-		
ABSORCIÓN (%)	19.26		
DENSIDAD	2.70		
CLASIFICACIÓN SUCS	SP-SM		

GRÁFICA DE COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA



D10=	0.1	Cu=	7.4
D30=	0.6	Cc=	5.4
D60=	0.7		

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:
El material analizado cumple con las especificaciones ó normas de proyecto, pero tiene deficiencia granulometrica, pudiendo adecuarse mediante la mezcla con un cementante.

Característica	Valor %	
	$\Sigma L \leq 10^6$ [1]	$\Sigma L > 10^6$ [1]
Límite líquido[2], máximo	25	25
Índice plástico[2], máximo	6	6
Equivalente de arena[2], mínimo	40	50
Valor Soporte de California (CBR) [2, 3], mínimo	80	100
Desgaste Los Ángeles[2], máximo	35	30
Partículas alargadas y lajeadas[2], máximo	40	35
Grado de compactación [2, 4], mínimo	100	100

ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES PARA BASE HIDRAULICA.

Como podemos ver en la tabla que presentamos en la página anterior, el material del banco el Húngaro muestra M-1, cumple con las especificaciones marcadas por la SCT, para ser utilizado como una base hidráulica, en el caso del límite liquido la especificación marca como máximo de 25%, para nuestro caso el material nos da inapreciable, por lo tanto cumple con la especificación, así mismo como es caso del índice plástico, el máximo permisible es 6%, de igual manera nuestro material resulta inapreciable, debido a que es un material inerte por lo tanto cumple, para la parte de equivalente de arena la especificación mínima es de 40%, en nuestro caso el material tiene 77 %, por lo tanto cumple, el caso de la prueba CBR la especificación nos marca un mínimo de resistencia a la penetración de 80% a 100%, nuestro material resiste 135%, por lo tanto cumple con la especificación, el desgaste de los ángeles la norma específica que el material puede tener un máximo desgaste del 30%, nuestro material solo se desgastó un 24%, por lo tanto el material es adecuado, en el caso de las partículas alargadas y lajeadas las especificación de la SCT nos indica que lo mínimo permisible esta entre un 35 a 40%, en el material analizado obtuvimos entre 14 y 15%, por lo tanto cumple con la especificación, sobre la especificación de la SCT para grado de compactación se tiene un 100%, por lo tanto se cumple esa especificación, revisadas todas las especificaciones propuestas por la SCT y cumpliéndolas todas este material podemos concluir diciendo que es adecuado para utilizarse como una base hidráulica de muy buena calidad.

4.1.1.- ANALISIS FINAL DEL BANCO HUNGARO M-1

				GRANULOMETRIA			MAXIMOS (PVSM)		PORTER		AASHTO	
NOMBRE DEL BANCO	N. MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUCS	UTILIZACIÓN	GRAVAS (%)	ARENAS (%)	FINOS (%)	PORTER (ton/m3)	AASHTO (MODIFICADA) (ton/m3)	VRS (%)	EXP.(%)	CBR (%)	EXP.(%)
HUNGARO	1ra	SP-SM	Base Hidráulica	39	50	11	1.420	1.700	128.1	0	135.5	0
HUNGARO	2da	SP-SM	Base Hidráulica	39	49	12	1.330	1.700	136.68	0	44	0
SAN JUAN	1ra	GW	Base Hidráulica	62	36	2	1.380	1.400	41.51	0	74.8	0
SAN JUAN	2da	SM	Subbase Hidráulica	7	80	13	1.380	1.600	53.79	0	16.3	0
GUAYABAL	1ra	GP	Base Hidráulica	61	38	1	1.440	1.500	86.4	0	55.2	0
GUAYABAL	2da	GW	Base Hidráulica	64	35	1	1.400	1.400	150.79	0	28.6	0
MILPILLAS	1ra	SP-SM	Base Hidráulica	39	50	11	1.450	1.530	148.34	0	28.7	0
LA PAJA	1ra	SP	Subbase Hidráulica	2	95	3	1.400	1.400	31.69	0	14.5	0

De acuerdo a los resultados presentados en esta tabla, el material se clasifica como una arena limosa mal graduada, resultando un peso volumétrico seco máximo PORTER de 1.420 ton/m3 y un peso volumétrico seco máximo AASHTO de 1.700 ton /m3, cuya relación resulta un aumento del 20% aproximadamente con respecto al máximo PORTER, así mismo se observa que el valor relativo de soporte (VRS= 128.1%) es superior al 100%, cumpliendo de esta manera con la especificación, de igual forma el valor de soporte california

(CBR=135.5 %) cumple adecuadamente con la especificación para un material de base hidráulica.

4.2.- ANALISIS, BANCO DE MATERIALES PETREOS EL HUNGARO MUESTRA 2.

SOLICITANTE:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ		
OBRA:	ESTUDIO DE BANCO DE MATERIALES HUNGARO MUESTRA 2		
LOCALIZACIÓN:	APATZINGÁN MICHOACÁN.		
FECHA DE RECIBIDO:		FECHA INFORME:	ENSAYE No: 2
PROCEDENCIA:	CENTRO-SUR		
MATERIAL:	BASE HIDRAULICA.		
ENVIADA POR:	PERSONAL DEL LABORATORIO.		

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL

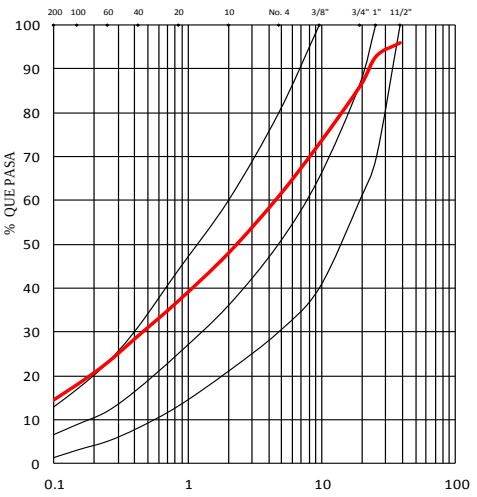
COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

MALLAS		QUE PASA (%)	ESPECIFICACIONES $\sum L \leq 10^{6}$	ESPECIFICACIONES $\sum L > 10^{6}$
1 ½"	(38.1)	96	100	100
1"	(25.4)	93	70-100	70-100
¾"	(19)	86	60-100	60-86
3/8"	(9.51)	73	40-100	40-65
No. 4	(4.76)	61	30-80	30-50
10	(2)	48	21-60	21-36
20	(0.841)	37	13-44	13-25
40	(0.42)	29	8-31	8-17
60	(0.25)	23	5-23	5-12
100	(0.149)	18	3-17	3-9
200	(0.074)	12	0-10	0-5

LÍMITE LÍQUIDO (%)	INAP.	25 máx	25 máx
ÍNDICE PLÁSTICO (%)	INAP.	6 máx	6 máx
CONTRACCIÓN LINEAL	0.0		
EQUIV. DE ARENA (%)	73.52	40 min	50 min
VRS ESTANDAR (%)	136.68	80 min	100 min
DESGASTE (%)	25.4	35 máx	30 máx
PART. ALARGADAS (%)	21.62	40 máx	35 máx
PART. LAJEADAS (%)	6.024		
DESPERDICIO (%)	0		
PVSS (tn/m^3)	1.44		
PVSM(PORTER) (tn/m^3)	1.330		
HUMEDAD ÓPTIMA (%)	16.8		
PVSS(PROCTOR) (tn/m^3)	1.4		
PVSM(PROCTOR)(tn/m^3)	1.7		
HUMEDAD ÓPTIMA(PROCTOR) (%)	16.6		
CBR ESTANDAR (%)	44.0	80 min	100 min
EXPANSIÓN (%)	0.00		
VALOR CEMENTANTE (kg/cm^2)	-		
ABSORCIÓN (%)	17.58		
DENSIDAD	2.79		
CLASIFICACIÓN SUCS	SP-SM		

G%	S%	F%
39	49	12

GRÁFICA DE COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA



D10=	0.1	Cu=	77.8
D30=	0.7	Cc=	0.78
D60=	7.0		

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:
El material analizado cumple con las especificaciones ó normas de proyecto asi que es apto para ser utilizado.

Característica	Valor %	
	$\sum L \leq 10^6$ [1]	$\sum L > 10^6$ [1]
Límite líquido[2], máximo	25	25
Índice plástico[2], máximo	6	6
Equivalente de arena[2], mínimo	40	50
Valor Soporte de California (CBR) [2, 3], mínimo	80	100

Desgaste Los Ángeles[2], máximo	35	30
Partículas alargadas y lajeadas[2], máximo	40	35
Grado de compactación [2, 4], mínimo	100	100

Al analizar los resultados presentados en la tabla anterior se obtuvo lo siguiente, el material del banco el Húngaro muestra M-2, cumple con las mayor parte de las especificaciones marcadas por la SCT, para ser utilizado como una base hidráulica, en el caso del límite liquido la especificación marca como máximo de 25%, para nuestro caso el material nos da inapreciable, por lo tanto cumple con la especificación, así mismo como es caso del índice plástico, el máximo permisible es 6%, y para nuestro material resulto como inapreciable, debido a que es un material inerte por lo tanto cumple, para la parte de equivalente de arena la especificación mínima es de 40%, en nuestro caso el material tiene 73.5%, por lo tanto cumple, para la prueba CBR la especificación nos marca un mínimo de resistencia a la penetración de 80% a 100%, nuestro material solo alcanzo una resistencia del 44% eso debido a que al enrazar en molde se generara un falso en la compactación del material caso que se explicara más ampliamente en la tabla siguiente, el desgaste de los ángeles la norma específica que el material puede tener un máximo desgaste del 30%, nuestro material solo se desgastó un 24.5%, por lo tanto el material cumple con la especificación, para las partículas alargadas y partículas lajeadas las especificación de la SCT nos indica que lo mínimo permisible esta entre un 35% al 40%, en el resultado del material se obtuvo 21% y 6%, por lo tanto el material es adecuado en esa especificación, sobre la especificación de la SCT para grado de compactación se tiene un 100%, por lo tanto se cumple esa especificación, revisadas todas las especificaciones propuestas por la SCT, nos dimos cuenta que el material es adecuado en todas las especificaciones en una de las más importantes como lo es CBR pero esto debido a algo que se explicara en los resultado s de la tabla siguiente y con los resultados de la PORTER, VRS podemos decir que los resultados son adecuados

4.2.1.- ANALISIS FINAL BANCO EL HUNGARO M-2

				GRANULOMETRIA			MAXIMOS (PVSM)		PORTER		AASHTO	
NOMBRE DEL BANCO	N. MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUCS	UTILIZACIÓN	GRAVAS (%)	ARENAS (%)	FINOS (%)	PORTER (ton/m3)	AASHTO (MODIFICADA) (ton/m3)	VRS (%)	EXP.(%)	CBR (%)	EXP.(%)
HUNGARO	1ra	SP-SM	Base Hidráulica	39	50	11	1.420	1.700	128.1	0	135.5	0
HUNGARO	2da	SP-SM	Base Hidráulica	39	49	12	1.330	1.700	136.68	0	44	0
SAN JUAN	1ra	GW	Base Hidráulica	62	36	2	1.380	1.400	41.51	0	74.8	0
SAN JUAN	2da	SM	Subbase Hidráulica	7	80	13	1.380	1.600	53.79	0	16.3	0
GUAYABAL	1ra	GP	Base Hidráulica	61	38	1	1.440	1.500	86.4	0	55.2	0
GUAYABAL	2da	GW	Base Hidráulica	64	35	1	1.400	1.400	150.79	0	28.6	0
MILPILLAS	1ra	SP-SM	Base Hidráulica	39	50	11	1.450	1.530	148.34	0	28.7	0
LA PAJA	1ra	SP	Subbase Hidráulica	2	95	3	1.400	1.400	31.69	0	14.5	0

En base a los resultados presentados en el análisis anterior, el material se clasifica como una arena limosa mal graduada, de la cual nos resulta un peso volumétrico seco máximo (PVSM) PORTER de 1.330 ton/m3 y un peso volumétrico seco máximo (PVSM) AASHTO de 1.700 ton /m3, cuya relación resulta un aumento del 27.8% aproximadamente con respecto al máximo PORTER, así mismo se observa que el valor relativo de soporte (VRS= 136.68%) es superior al 100%, por lo tanto, el material cumple con la especificación, sin embargo debido a que tenemos mayor (PVSM) en la prueba AASHTO se esperaba un mayor porciento a la penetración lo cual no sucedió y esto debido a que existe un error al enrasar nuestro molde se debilita la parte superior del espécimen y debido a eso la resistencia tan baja obtenida la cual fue para, valor de soporte california (CBR=44%), por lo tanto no cumple con la especificación la cual nos indica que debe de ser del 100%.

4.3.- ANALISIS, BANCO DE MATERIALES PETREOS SAN JUAN MUESTRA 1.

SOLICITANTE:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ		
OBRA:	ESTUDIO DE BANCO DE MATERIALES BANCO SAN JUAN MUESTRA1		
LOCALIZACIÓN:	CARRETERA BUENAVISTA-APATZINGÁN KILOMETRO 25		
FECHA DE RECIBIDO:	FECHA INFORME:	ENSAYE No:	3
PROCEDENCIA:	CENTRO-SUR		
MATERIAL:	BASE HIDRAULICA.		
ENVIADA POR:	PERSONAL DEL LABORATORIO.		

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL

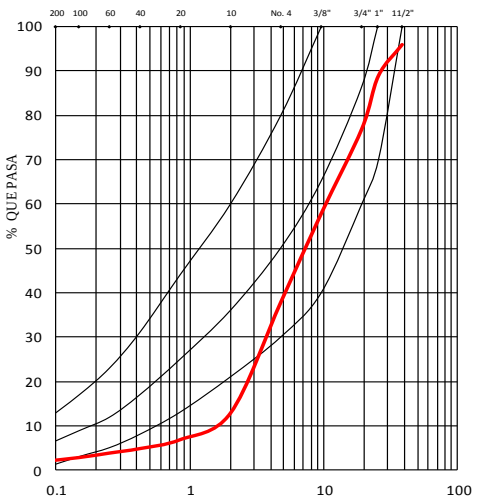
COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

MALLAS		QUE PASA (%)	ESPECIFICACIONES $\sum L \leq 10^{(6)}$	ESPECIFICACIONES $\sum L > 10^{(6)}$
1 ½"	(38.1)	96	100	100
1"	(25.4)	89	70-100	70-100
¾"	(19)	77	60-100	60-86
3/8"	(9.51)	58	40-100	40-65
No. 4	(4.76)	38	30-80	30-50
10	(2)	13	21-60	21-36
20	(0.841)	7	13-44	13-25
40	(0.42)	5	8-31	8-17
60	(0.25)	4	5-23	5-12
100	(0.149)	3	3-17	3-9
200	(0.074)	2	0-10	0-5

LÍMITE LÍQUIDO (%)	INAP.	25 máx	25 máx
ÍNDICE PLÁSTICO (%)	INAP.	6 máx	6 máx
CONTRACCIÓN LINEAL	0.0		
EQUIV. DE ARENA (%)	86.071	40 min	50 min
VRS ESTANDAR (%)	41.51	80 min	100 min
DESGASTE (%)	25.8	35 máx	30 máx
PART. ALARGADAS (%)	14.803	40 máx	35 máx
PART. LAJEADAS (%)	4.94		
DESPERDICIO (%)	0		
PVSS (tn/m^3)	1.5		
PVSM(PORTER)(tn/m^3)	1.380		
HUMEDAD ÓPTIMA (%)	17.6		
PVSS(PROCTOR) (tn/m^3)	1.5		
PVSM(PROCTOR)(tn/m^3)	1.4		
HUMEDAD ÓPTIMA(PROCTOR) (%)	15.6		
CBR ESTANDAR (%)	74.8		
EXPANSIÓN (%)	1.50		
VALOR CEMENTANTE (kg/cm^2)			
ABSORCIÓN (%)	14.48		
DENSIDAD	2.68		
CLASIFICACIÓN SUCS	Gw		

G%	S%	F%
62	36	2

GRÁFICA DE COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA



D10=	2.0	Cu=	5.0
D30=	5	Cc=	1.3
D60=	10		

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:
El material analizado cumple con las especificaciones ó normas de proyecto, pero tiene deficiencia granulometrica, pudiendo adecuarse mediante la mezcla con un cementante.

Característica	Valor %	
	$\sum L \leq 10^6$ [1]	$\sum L > 10^6$ [1]
Límite líquido[2], máximo	25	25
Índice plástico[2], máximo	6	6
Equivalente de arena[2], mínimo	40	50
Valor Soporte de California (CBR) [2, 3], mínimo	80	100
Desgaste Los Ángeles[2], máximo	35	30
Partículas alargadas y lajeadas[2], máximo	40	35
Grado de compactación [2, 4], mínimo	100	100

Al realizarse la supervisión de los datos de la tabla anterior se obtuvo lo siguiente, el material del banco SAN JUAN muestra M-1, se comenzó primero con el análisis del límite liquido la especificación nos marca como máximo de 25%, para nuestro caso el material nos da inapreciable, por lo tanto cumple con la especificación, así como el índice plástico, lo máximo permisible es de 6%, al realizar los limites el resultado fue inapreciable, debido a que es un material inerte por lo tanto cumple, la prueba de equivalente de arena la especificación mínima es de 40%, para nuestro ,material tenemos un 86%, lo cual nos resulta como adecuado y cumple esa especificación, para la prueba CBR la especificación nos marca un mínimo de resistencia a la penetración de 80% a 100%, en nuestro material el resultado fue de 75%, eso nos indica que no cumple con la especificación, el desgaste de los ángeles la norma específica que el material puede tener un máximo desgaste del 30%, nuestro material solo se desgastó un 25.8%, por lo tanto el material es adecuado, en el caso de las partículas alargadas y partículas lajeadas las especificación de la SCT nos indica que lo mínimo permisible esta entre un 35 a 40%, en el material analizado obtuvimos entre 14.8 y 4.9%respectivamente, por lo tanto cumple con la especificación, sobre la especificación de la SCT para grado de compactación se tiene un 100%, por lo tanto se cumple esa especificación, revisadas todas las especificaciones propuestas por la SCT, podemos ver que en la única especificación que el material no nos cumple es en CBR, y no se cumple debido a que cuando se realizaba el enrase del molde se debilitaba la zona de donde se hacia la penetración, ese análisis se realizara en la siguiente tabla

4.3.1.- ANALISIS FINAL BANCO SAN JUAN M-1

				GRANULOMETRIA			MAXIMOS (PVSM)		PORTER		AASHTO	
NOMBRE DEL BANCO	N. MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUCS	UTILIZACIÓN	GRAVAS (%)	ARENAS (%)	FINOS (%)	PORTER (ton/m3)	AASHTO (MODIFICADA) (ton/m3)	VRS (%)	EXP.(%)	CBR (%)	EXP.(%)
HUNGARO	1ra	SP-SM	Base Hidráulica	39	50	11	1.420	1.700	128.1	0	135.5	0
HUNGARO	2da	SP-SM	Base Hidráulica	39	49	12	1.330	1.700	136.68	0	44	0
SAN JUAN	1ra	GW	Base Hidráulica	62	36	2	1.380	1.400	41.51	0	74.8	0
SAN JUAN	2da	SM	Subbase Hidráulica	7	80	13	1.380	1.600	53.79	0	16.3	0
GUAYABAL	1ra	GP	Base Hidráulica	61	38	1	1.440	1.500	86.4	0	55.2	0
GUAYABAL	2da	GW	Base Hidráulica	64	35	1	1.400	1.400	150.79	0	28.6	0
MILPILLAS	1ra	SP-SM	Base Hidráulica	39	50	11	1.450	1.530	148.34	0	28.7	0
LA PAJA	1ra	SP	Subbase Hidráulica	2	95	3	1.400	1.400	31.69	0	14.5	0

De acuerdo a los resultados presentados en esta tabla, el material se clasifica como una grava bien graduada, resultando un peso volumétrico seco máximo PORTER de 1.38 ton/m3 y un peso volumétrico seco máximo AASHTO de 1.400 ton /m3, cuya relación resulta un aumento del 1% aproximadamente con respecto al máximo PORTER, así mismo se observa que el valor relativo de soporte (VRS= 41.51%) el cual no es superior al 100 %, y con esto podemos ver que el material nos es adecuado debido a que no cumple con la especificación, de

igual forma el valor de soporte california (CBR=74.8%) y con esto nos podemos dar cuenta que el material no es adecuado para ser utilizado como una base hidráulica, pero debido a sus características lo podemos utilizar como una subbase hidráulica.

4.4.- ANALISIS, BANCO DE MATERIALES PETREOS SAN JUAN MUESTRA 2.

SOLICITANTE:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ		
OBRA:	ESTUDIO DE BANCO DE MATERIALES SAN JUAN MUESTRA 2		
LOCALIZACIÓN:	CARRETERA BUENAVISTA-PERIBAN KILOMETRO 20		
FECHA DE RECIBIDO:		FECHA INFORME:	ENSAYE No: 4
PROCEDENCIA:	CENTRO-SUR		
MATERIAL:	SUBBASE		
ENVIADA POR:	PERSONAL DEL LABORATORIO.		

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL

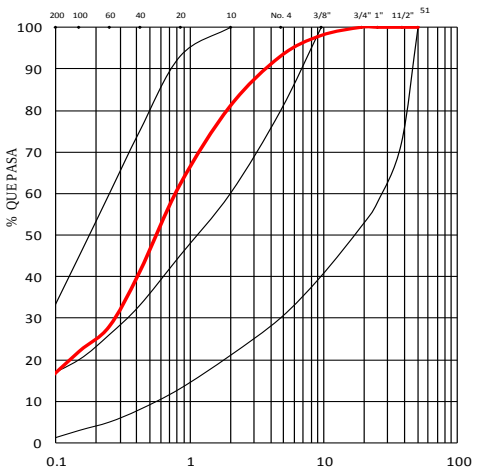
COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

MALLAS		QUE PASA (%)	ESPECIFICACIONES $\Sigma L \leq 10^{6}$	ESPECIFICACIONES $\Sigma L > 10^{6}$
2"	(50.8)	100	100	100
1 ½"	(38.1)	100	72-100	72-100
1"	(25.4)	100	58-100	58-100
¾"	(19)	100	52-100	52-100
3/8"	(9.51)	98	40-100	40-100
No. 4	(4.76)	93	30-100	30-80
10	(2)	81	21-100	21-60
20	(0.841)	62	13-93	13-45
40	(0.42)	41	8-75	8-33
60	(0.25)	28	5-60	5-26
100	(0.149)	22	3-45	3-20
200	(0.074)	13	0-25	0-15

LÍMITE LÍQUIDO (%)	INAP.	30 máx	25 máx
ÍNDICE PLÁSTICO (%)	INAP.	10 máx	6 máx
CONTRACCIÓN LINEAL	0.0		
EQUIV. DE ARENA (%)	77.036	30 min	40 min
VRS ESTANDAR (%)	53.79	50 min	60 min
DESGASTE (%)	N/A	50 máx	40 máx
PART. ALARGADAS (%)	N/A		
PART. LAJEADAS (%)	N/A		
DESPERDICIO (%)	0		
PVSS (tn/m^3)	1.435		
PVSM(PORTER)(tn/m^3)	1.382		
HUMEDAD ÓPTIMA (%)	17.6		
PVSS(PROCTOR) (tn/m^3)	1.4		
PVSM(PROCTOR)(tn/m^3)	1.6		
HUMEDAD ÓPTIMA(PROCTOR) (%)	19.6		
CBR ESTANDAR (%)	16.3		
EXPANSIÓN (%)	0		
VALOR CEMENTANTE (kg/cm^2)	-		
ABSORCIÓN (%)	10.8		
DENSIDAD	2.74		
CLASIFICACIÓN SUCS	SM		

G%	S%	F%
7	80	13

GRÁFICA DE COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA



D10=	0.1	Cu=	10.6
D30=	0.5	Cc=	2.4
D60=	1.0		

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

El material analizado cumple con las especificaciones a ecepción de la distribucion granulometrica, pudiendo adecuarse mediante la mezcla con un cementante.

Característica	Valor %	
	$\Sigma L \leq 10^{6}$ [1]	$\Sigma L > 10^{6}$ [1]
Límite líquido[2], máximo	30	25
Índice plástico[2], máximo]	10	6

Valor Soporte de California (CBR) [2, 3], mínimo	50	60
Equivalente de arena[2], mínimo	30	40
Desgaste Los Ángeles[2], máximo	50	40
Grado de compactación[2, 4], mínimo	100	100

Como podemos ver en la tabla que presentamos en la página anterior, el material del banco san juan muestra M-2, cumple con las especificaciones marcadas por la SCT, para ser utilizado como una subbase hidráulica, en el caso del límite liquido la especificación marca como máximo de 30%, para nuestro caso el material nos da inapreciable, por lo tanto cumple con la especificación, así mismo como es caso del índice plástico, el máximo permisible es 10%, de igual manera nuestro material resulta inapreciable, debido a que es un material inerte por lo tanto cumple, para la parte de equivalente de arena la especificación máxima es de 40%, en nuestro caso el material tiene 77.086 %, por lo tanto cumple, el caso de la prueba CBR la especificación nos marca un mínimo de resistencia a la penetración de 50% a 60%, nuestro material resiste 16.3%, por lo tanto NO cumple con la especificación, el desgaste de los ángeles la norma específica que el material puede tener un máximo desgaste del 50%, nuestro material solo se desgastó un N/A por lo tanto el material es adecuado, sobre la especificación de la SCT para grado de compactación se tiene un 100%, por lo tanto se cumple esa especificación, revisadas todas las especificaciones propuestas por la SCT, podemos apreciar que en algunos de los casos no se cumplen como en el caso del CBR, y esto es debido a un error humano que se describirá en el siguiente análisis

4.4.1.- ANALISIS FINAL BANCO SAN JUAN M-2

				GRANULOMETRIA			MAXIMOS (PVSM)		PORTER		AASHTO	
NOMBRE DEL BANCO	N. MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUCS	UTILIZACIÓN	GRAVAS (%)	ARENAS (%)	FINOS (%)	PORTER (ton/m3)	AASHTO (MODIFICADA) (ton/m3)	VRS (%)	EXP.(%)	CBR (%)	EXP.(%)
HUNGARO	1ra	SP-SM	Base Hidráulica	39	50	11	1.420	1.700	128.1	0	135.5	0
HUNGARO	2da	SP-SM	Base Hidráulica	39	49	12	1.330	1.700	136.68	0	44	0
SAN JUAN	1ra	GW	Base Hidráulica	62	36	2	1.380	1.400	41.51	0	74.8	0
SAN JUAN	2da	SM	Subbase Hidráulica	7	80	13	1.380	1.600	53.79	0	16.3	0
GUAYABAL	1ra	GP	Base Hidráulica	61	38	1	1.440	1.500	86.4	0	55.2	0
GUAYABAL	2da	GW	Base Hidráulica	64	35	1	1.400	1.400	150.79	0	28.6	0
MILPILLAS	1ra	SP-SM	Base Hidráulica	39	50	11	1.450	1.530	148.34	0	28.7	0
LA PAJA	1ra	SP	Subbase Hidráulica	2	95	3	1.400	1.400	31.69	0	14.5	0

En base a los resultados presentados en el análisis anterior, el material se clasifica como una arena bien graduada, de la cual nos resulta un peso volumétrico seco máximo (PVSM) PORTER de 1.380 ton/m3 y un peso volumétrico seco máximo (PVSM) AASHTO de 1.600 ton /m3, cuya relación resulta un aumento del 15.9% aproximadamente con respecto al máximo PORTER, así mismo se observa que el valor relativo de soporte (VRS= 53.79%) como podemos ver es mayor al 50%, por lo tanto, el material cumple con la especificación, sin embargo, y aunque se tiene mayor (PVSM) en la prueba AASHTO, se esperaba una resistencia mayor a la penetración, lo cual no sucedió y esto debido a que existe un error al enrasar nuestro molde se debilita la zona donde se prueba la muestra y debido a eso no se obtuvo la resistencia esperada, valor de soporte california (CBR=16.3%), por lo tanto no cumple con la especificación la cual nos indica que debe de ser del 50%, analizando los resultados podemos decir que el material es adecuado para utilizarse como una subbase hidráulica ya que cumple satisfactoriamente para VRS.

4.5.- ANALISIS, BANCO DE MATERIALES PETREOS EL GUAYABAL MUESTRA 1.

SOLICITANTE:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ		
OBRA:	ESTUDIO DE BANCO DE MATERIALES BANCO GUAYABAL MUESTRA 2		
LOCALIZACIÓN:	CARRETERA BUENAVISTA-PERIBAN KILOMETRO 20		
FECHA DE RECIBIDO:	FECHA INFORME:	ENSAYE No:	6
PROCEDENCIA:	CENTRO-SUR		
MATERIAL:	BASE HIDRAULICA.		
ENVIADA POR:	PERSONAL DEL LABORATORIO.		

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL

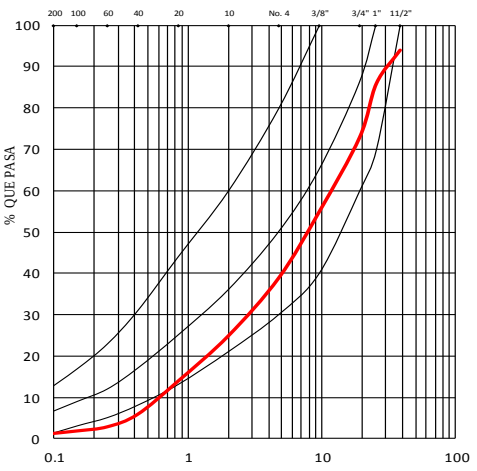
COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

MALLAS		QUE PASA (%)	ESPECIFICACIONES ∑L≤10 (6)	ESPECIFICACIONES ∑L>10 (6)
1 ½"	(38.1)	94	100	100
1"	(25.4)	86	70-100	70-100
¾"	(19)	73	60-100	60-86
3/8"	(9.51)	55	40-100	40-65
No. 4	(4.76)	39	30-80	30-50
10	(2)	25	21-60	21-36
20	(0.841)	14	13-44	13-25
40	(0.42)	6	8-31	8-17
60	(0.25)	3	5-23	5-12
100	(0.149)	2	3-17	3-9
200	(0.074)	1	0-10	0-5

LÍMITE LÍQUIDO (%)	INAP.	25 máx	25 máx
ÍNDICE PLÁSTICO (%)	INAP.	6 máx	6 máx
CONTRACCIÓN LINEAL	0.0		
EQUIV. DE ARENA (%)	83.204	40 min	50 min
VRS ESTANDAR (%)	86.4	80 min	100 min
DESGASTE (%)	17.5	35 máx	30 máx
PART. ALARGADAS (%)	14.5	40 máx	35 máx
PART. LAJEADAS (%)	4.6	40 máx	35 máx
DESPERDICIO (%)	0		
PVSS (tn/m^3)	1.126		
PVSM(PORTER)(tn/m^3)	1.444		
HUMEDAD ÓPTIMA (%)	12.6		
PVSS(PROCTOR) (tn/m^3)	1.1		
PVSM(PROCTOR)(tn/m^3)	1.5		
HUMEDAD ÓPTIMA(PROCTOR) (%)	16.8		
CBR ESTANDAR (%)	55.2		
EXPANSIÓN (%)	0.00		
VALOR CEMENTANTE (kg/cm^2)	-		
ABSORCIÓN (%)	8.577		
DENSIDAD	2.61		
CLASIFICACIÓN SUCS	GP		

G%	S%	F%
61	38	1

GRÁFICA DE COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA



D10=	9.0	Cu=	1.2
D30=	4.5	Cc=	0.2
D60=	11		

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:
El material analizado cumple con las especificaciones ó normas de proyecto, pero tiene deficiencia granulometrica, pudiendo adecuarse mediante la mezcla con un cementante.

Característica	Valor %	
	$\Sigma L \leq 10^6$ [1]	$\Sigma L > 10^6$ [1]
Límite líquido[2], máximo	25	25
Índice plástico[2], máximo	6	6
Equivalente de arena[2], mínimo	40	50
Valor Soporte de California (CBR) [2, 3], mínimo	80	100
Desgaste Los Ángeles[2], máximo	35	30
Partículas alargadas y lajeadas[2], máximo	40	35
Grado de compactación [2, 4], mínimo	100	100

Los resultados de la tabla que presentamos en la página anterior, el material del banco el GUAYABAL muestra M-1, se analizaron los resultados comparándolos con la normativa de la SCT, se comenzó con el límite liquido la especificación marca como máximo de 25%, para nuestro caso el material nos da inapreciable, para la prueba del índice plástico, el máximo permisible es 6%, el resultado fue inapreciable, debido a que es un material inerte por lo tanto cumple, con respecto al equivalente de arena la especificación mínima es de 40%, para nuestro material el resultado obtenido fue del 83.2%, y el material aprueba esa especificación, la prueba CBR la especificación nos indica como un mínimo de resistencia a la penetración de 80% a 100%, al material al someterlo a esa prueba se obtuvo una resistencia muy baja de 55.2%, por lo tanto el material no es adecuado ya que no supera esa especificación y eso debido a la debilitación de la capa superior donde realizamos el enrase del molde, para el desgaste de los ángeles la norma nos específica que el material puede tener un máximo desgaste del 30%, en nuestro caso tenemos un 17.5%, por lo tanto el material cumple con esa especificación, para las partículas alargadas y partículas lajeadas las especificación de la SCT nos indica que lo mínimo permisible esta entre un 35% a 40%, en el material analizado obtuvimos entre 14.5 4.6%respectivamente, por lo tanto cumple con la especificación, para el caso de la especificación de la SCT, para grado de compactación se tiene un 100%, y la especificación nos marca de 100%, por lo tanto cumple con la especificación de compactación, revisadas todas las especificaciones propuestas por la SCT, nos damos cuenta que el material es adecuado para todas excepto para CBR, eso debido a la debilitación de la zona superior de la muestra, este caso se analizara más a detalle en la tabla siguiente.

4.5.1.- ANALISIS FINAL BANCO GUAYABAL M-1

				GRANULOMETRIA			MAXIMOS (PVSM)		PORTER		AASHTO	
NOMBRE DEL BANCO	N. MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUCS	UTILIZACIÓN	GRAVAS (%)	ARENAS (%)	FINOS (%)	PORTER (ton/m3)	AASHTO (MODIFICADA) (ton/m3)	VRS (%)	EXP.(%)	CBR (%)	EXP.(%)
HUNGARO	1ra	SP-SM	Base Hidráulica	39	50	11	1.420	1.700	128.1	0	135.5	0
HUNGARO	2da	SP-SM	Base Hidráulica	39	49	12	1.330	1.700	136.68	0	44	0
SAN JUAN	1ra	GW	Base Hidráulica	62	36	2	1.380	1.400	41.51	0	74.8	0
SAN JUAN	2da	SM	Subbase Hidráulica	7	80	13	1.380	1.600	53.79	0	16.3	0
GUAYABAL	1ra	GP	Base Hidráulica	61	38	1	1.440	1.500	86.4	0	55.2	0
GUAYABAL	2da	GW	Base Hidráulica	64	35	1	1.400	1.400	150.79	0	28.6	0
MILPILLAS	1ra	SP-SM	Base Hidráulica	39	50	11	1.450	1.530	148.34	0	28.7	0
LA PAJA	1ra	SP	Subbase Hidráulica	2	95	3	1.400	1.400	31.69	0	14.5	0

De acuerdo a los resultados presentados en esta tabla, el material se clasifica como una grava mal graduada, de la cual nos resulta un peso volumétrico seco

máximo (PVSM) PORTER de 1.440 ton/m3 y un peso volumétrico seco máximo (PVSM) AASHTO de 1.500 ton /m3, cuya relación resulta un aumento del 4.15% aproximadamente con respecto al máximo PORTER, así mismo se observa que el valor relativo de soporte (VRS= 86.4%) es mayor al mínimo 80%, por lo tanto el material cumple con la especificación, en su contra parte en la prueba valor de soporte california (CBR=55.2%), por lo tanto NO cumple con la especificación la cual nos indica que debe de ser del 100%, se esperaba una mayor resistencia la penetración debido a que se tiene un mayor (PVSM) en la prueba AASHTO, lo cual no sucedió y esto debido a que existe un error al enrasar nuestro molde se debilita la zona donde se prueba la muestra y debido a eso no se obtuvo la resistencia esperada, analizando los resultados podemos decir que el material es adecuado para utilizarse como una subbase hidráulica, ya que pasa la prueba (VRS) y la (CBR) no lo supera debido a lo comentado.

4.6.- ANALISIS, BANCO DE MATERIALES PETREOS EL GUAYABAL MUESTRA 2.

SOLICITANTE:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ		
OBRA:	ESTUDIO DE BANCO DE MATERIALES BANCO GUAYABAL MUESTRA 2		
LOCALIZACIÓN:	CARRETERA BUENAVISTA-PERIBAN KILOMETRO 20		
FECHA DE RECIBIDO:	FECHA INFORME:	ENSAYE No:	6
PROCEDENCIA:	CENTRO-SUR		
MATERIAL:	BASE HIDRAULICA.		
ENVIADA POR:	PERSONAL DEL LABORATORIO.		

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL

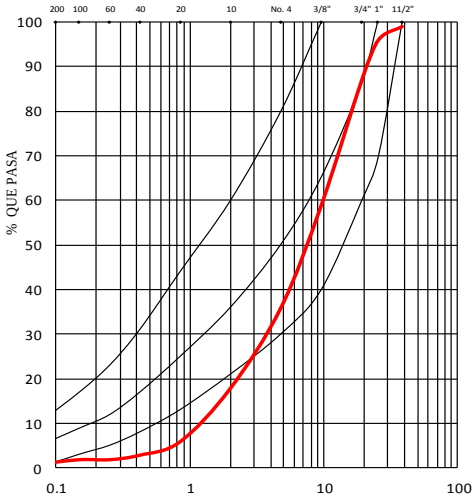
COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

MALLAS		QUE PASA (%)	ESPECIFICACIONES ∑L≤10 (6)	ESPECIFICACIONES ∑L>10 (6)
1 ½"	(38.1)	99	100	100
1"	(25.4)	96	70-100	70-100
¾"	(19)	87	60-100	60-86
3/8"	(9.51)	59	40-100	40-65
No. 4	(4.76)	36	30-80	30-50
10	(2)	18	21-60	21-36
20	(0.841)	6	13-44	13-25
40	(0.42)	3	8-31	8-17
60	(0.25)	2	5-23	5-12
100	(0.149)	2	3-17	3-9
200	(0.074)	1	0-10	0-5

LÍMITE LÍQUIDO (%)	INAP.	25 máx	25 máx
ÍNDICE PLÁSTICO (%)	INAP.	6 máx	6 máx
CONTRACCIÓN LINEAL	0.0		
EQUIV. DE ARENA (%)	98.824	40 min	50 min
VRS ESTANDAR (%)	150.79	80 min	100 min
DESGASTE (%)	21.179	35 máx	30 máx
PART. ALARGADAS (%)	15.358	40 máx	35 máx
PART. LAJEADAS (%)	2.914		
DESPERDICIO (%)	0		
PVSS (tn/m^3)	1.186		
PVSM(PORTER) (tn/m^3)	1.445		
HUMEDAD ÓPTIMA (%)	11.7		
PVSS(PROCTOR) (tn/m^3)	1.2		
PVSM(PROCTOR)(tn/m^3)	1.4		
HUMEDAD ÓPTIMA(PROCTOR) (%)	10.9		
CBR ESTANDAR (%)	28.6		
EXPANSIÓN (%)	0.00		
VALOR CEMENTANTE (kg/cm^2)			
ABSORCIÓN (%)	0.96		
DENSIDAD	2.68		
CLASIFICACIÓN SUCS	Gw		

G%	S%	F%
64	35	1

GRÁFICA DE COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA



D10=	1.5	Cu=	6.7
D30=	5	Cc=	1.7
D60=	10		

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:
El material analizado cumple con las especificaciones ó normas de proyecto, pero tiene deficiencia granulometrica, pudiendo adecuarse mediante la mezcla con un cementante.

Característica	Valor %	
	$\Sigma L \leq 10^6$ [1]	$\Sigma L > 10^6$ [1]
Límite líquido[2], máximo	25	25
Índice plástico[2], máximo	6	6
Equivalente de arena[2], mínimo	40	50
Valor Soporte de California (CBR) [2, 3], mínimo	80	100
Desgaste Los Ángeles[2], máximo	35	30
Partículas alargadas y lajeadas[2], máximo	40	35
Grado de compactación [2, 4], mínimo	100	100

Revisando los resultados presentados en la tabla anterior y comparándolos con los marcados por la SCT, el material del banco el GUAYABAL muestra M-2, primero se comenzó con el análisis, límite liquido la especificación marca como máximo de 25%, el resultado de nuestra prueba fue inapreciable, por lo tanto supera la especificación, así mismo como es caso del índice plástico, el máximo permisible es 6%, y el resultado nuevamente fue inapreciable, debido a que es un material inerte, por lo tanto cumple la especificación, la prueba equivalente de arena la especificación mínima es de 40%, en nuestro caso el material tiene 98.8%, por lo tanto se aprecia que lo superamos por mucho lo marcado por la norma, para la prueba CBR la especificación nos marca para una base hidráulica un mínimo de resistencia a la penetración de 80% a 100%, nos resultó con una mínima resistencia del 28.6%, eso debido a una debilitación en la capa superior de la muestra caso que se expondrá en la tabla siguiente, por lo tanto no cumple con la especificación, en el caso del desgaste de los ángeles la norma específica, que el material puede tener un máximo desgaste del 30%, nuestro material solo se desgastó un 21.2%, por lo tanto el material es adecuado por desgaste, para las partículas alargadas y partículas lajeadas las especificación de la SCT, nos indica que lo mínimo permisible esta entre un 35% a 40%, en el material analizado obtuvimos entre 15.3 y 2.9% respectivamente, por lo tanto cumple con la especificación, sobre la especificación de la SCT, para grado de compactación se tiene un 100%, por lo tanto se cumple esa especificación que nos indica que la compacta debe ser del 100%, al revisar todas las especificaciones propuestas por la SCT, nos observamos que la única que no cumple es la prueba CBR, caso que se analizara en la siguiente tabla.

4.6.1.- ANALISIS FINAL BANCO GUAYABAL M-2

				GRANULOMETRIA			MAXIMOS (PVSM)		PORTER		AASHTO	
NOMBRE DEL BANCO	N. MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUCS	UTILIZACIÓN	GRAVAS (%)	ARENAS (%)	FINOS (%)	PORTER (ton/m3)	AASHTO (MODIFICADA) (ton/m3)	VRS (%)	EXP.(%)	CBR (%)	EXP.(%)
HUNGARO	1ra	SP-SM	Base Hidráulica	39	50	11	1.420	1.700	128.1	0	135.5	0
HUNGARO	2da	SP-SM	Base Hidráulica	39	49	12	1.330	1.700	136.68	0	44	0
SAN JUAN	1ra	GW	Base Hidráulica	62	36	2	1.380	1.400	41.51	0	74.8	0
SAN JUAN	2da	SM	Subbase Hidráulica	7	80	13	1.380	1.600	53.79	0	16.3	0
GUAYABAL	1ra	GP	Base Hidráulica	61	38	1	1.440	1.500	86.4	0	55.2	0
GUAYABAL	2da	GW	Base Hidráulica	64	35	1	1.400	1.400	150.79	0	28.6	0
MILPILLAS	1ra	SP-SM	Base Hidráulica	39	50	11	1.450	1.530	148.34	0	28.7	0
LA PAJA	1ra	SP	Subbase Hidráulica	2	95	3	1.400	1.400	31.69	0	14.5	0

En base a los resultados presentados en el análisis anterior, el material se clasifica como una grava bien graduada, de la cual nos resulta un peso volumétrico seco máximo (PVSM), PORTER de 1.400 ton/m3 y un peso volumétrico seco máximo (PVSM), AASHTO de 1.400 ton /m3, cuya relación resulta ser muy similar, así mismo se observa que el valor relativo de soporte

(VRS= 150.79%) como podemos ver es superior al 100%, por lo tanto, el material cumple con la especificación, sin embargo, y aunque tenemos (PVSM) similar en la prueba AASHTO, se esperaba una resistencia a la penetración muy parecida, lo cual no sucedió y esto debido a que existe un error al enrasar nuestro molde se debilita la zona donde se prueba la muestra y la parte inferior al retirar la placa inferir, debido a eso no se obtuvo la resistencia esperada, por lo tanto, tenemos un valor de soporte california (CBR=44%), por lo tanto no cumple con la especificación la cual nos indica que debe de ser del 100%, analizando los resultados podemos decir que el material si es adecuado para utilizarse como una base hidráulica, ya que cumplió de buena manera la prueba de penetración VRS.

4.7.- ANALISIS, BANCO DE MATERIALES PETREOS MILPILLAS.

SOLICITANTE:	Pedro Gustavo Martinez Ortiz		
OBRA:	ESTUDIO DE BANCO DE MATERIALES BANCO MILPILLAS		
LOCALIZACIÓN:	CARRETERA BUENAVISTA-PERIBAN KILOMETRO 15		
FECHA DE RECIBIDO:		FECHA INFORME:	ENSAYE No: 7
PROCEDENCIA:	CENTRO-SUR		
MATERIAL:	BASE HIDRAULICA.		
ENVIADA POR:	PERSONAL DEL LABORATORIO.		

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL

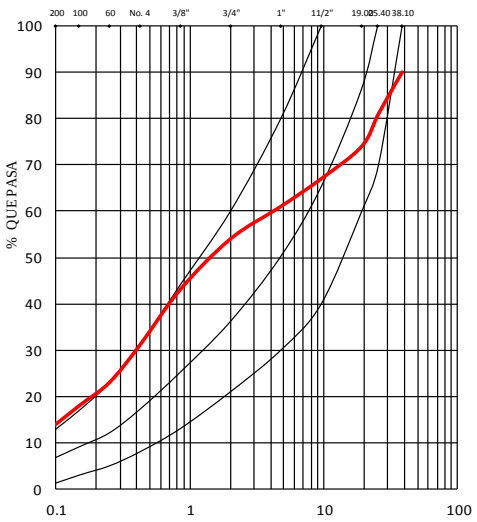
COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

MALLAS		QUE PASA (%)	ESPECIFICACIONES ∑L≤10 (*)	ESPECIFICACIONES ∑L>10 (*)
1 ½"	(38.1)	90	100	100
1"	(25.4)	81	70-100	70-100
¾"	(19)	74	60-100	60-86
3/8"	(9.51)	67	40-100	40-65
No. 4	(4.76)	61	30-80	30-50
10	(2)	54	21-60	21-36
20	(0.841)	43	13-44	13-25
40	(0.42)	31	8-31	8-17
60	(0.25)	23	5-23	5-12
100	(0.149)	18	3-17	3-9
200	(0.074)	11	0-10	0-5

LÍMITE LÍQUIDO (%)	INAP.	25 máx	25 máx
ÍNDICE PLÁSTICO (%)	INAP.	6 máx	6 máx
CONTRACCIÓN LINEAL	0.0		
EQUIV. DE ARENA (%)	100	40 min	50 min
VRS ESTANDAR (%)	148.34	80 min	100 min
DESGASTE (%)	21.76	35 máx	30 máx
PART. ALARGADAS (%)	18.41	40 máx	35 máx
PART. LAJEADAS (%)	4.36		
DESPERDICIO (%)	0		
PVSS (tn/m^3)	1.025		
PVSM(PORTER) (tn/m^3)	1.459		
HUMEDAD ÓPTIMA (%)	12.9		
PVSS(PROCTOR) (tn/m^3)	1.025		
PVSM(PROCTOR)(tn/m^3)	1.53		
HUMEDAD ÓPTIMA(PROCTOR) (%)	16.2		
CBR ESTANDAR (%)	28.62		
EXPANSIÓN (%)	0.00		
VALOR CEMENTANTE (kg/cm^2)	-		
ABSORCIÓN (%)	12.04		
DENSIDAD	2.68		
CLASIFICACIÓN SUCS	SP-SM		

G%	S%	F%
39	50	11

GRÁFICA DE COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA



D10=	0.8	Cu=	13.8
D30=	7	Cc=	5.57
D60=	11		

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

El material analizado cumple con las especificaciones ó normas de proyecto, pero tiene deficiencia granulometrica, pudiendo adecuarse mediante la mezcla con un cementante.

Característica	Valor %	
	$\Sigma L \leq 10^6$ [1]	$\Sigma L > 10^6$ [1]
Límite líquido[2], máximo	25	25
Índice plástico[2], máximo	6	6
Equivalente de arena[2], mínimo	40	50
Valor Soporte de California (CBR) [2, 3], mínimo	80	100
Desgaste Los Ángeles[2], máximo	35	30
Partículas alargadas y lajeadas[2], máximo	40	35
Grado de compactación [2, 4], mínimo	100	100

Como podemos ver en la tabla que presentamos en la página anterior, el material del banco el MILPILLAS, no cumple con las especificaciones marcadas por la SCT, para ser utilizado como una base hidráulica, en el caso del límite liquido la especificación marca como máximo de 25%, para nuestro caso el material nos da inapreciable, por lo tanto cumple con la especificación, así mismo como es caso del índice plástico, el máximo permisible es 6%, de igual manera nuestro material resulta inapreciable, debido a que es un material inerte por lo tanto cumple, para la parte de equivalente de arena la especificación mínima es de 40%, en nuestro caso el material tiene 100%, por lo tanto cumple, el caso de la prueba CBR la especificación nos marca un mínimo de resistencia a la penetración de 80% a 100%, nuestro material resiste 28.6%, por lo tanto el material no cumple con la especificación, el desgaste de los ángeles la norma específica que el material puede tener un máximo desgaste del 30%, nuestro material solo se desgastó un 21.7%, por lo tanto el material es adecuado, en el caso de las partículas alargadas y partículas lajeadas las especificación de la SCT, nos indica que lo mínimo permisible esta entre un 35 a 40%, en el material analizado obtuvimos entre 18.4 y 4.4% respectivamente, por lo tanto cumple con la especificación, sobre la especificación de la SCT para grado de compactación se tiene un 100%, por lo tanto se cumple esa especificación, revisadas todas las especificaciones propuestas por la SCT, revisadas todas las especificaciones se observó que la única que nos adecuada es la de CBR, en la siguiente tabla se analizara por que no cumplió con esta norma.

4.7.1.- ANALISIS FINAL BANCO MILPILLAS

				GRANULOMETRIA			MAXIMOS (PVSM)		PORTER		AASHTO	
NOMBRE DEL BANCO	N. MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUCS	UTILIZACIÓN	GRAVAS (%)	ARENAS (%)	FINOS (%)	PORTER (ton/m3)	AASHTO (MODIFICADA) (ton/m3)	VRS (%)	EXP.(%)	CBR (%)	EXP.(%)
HUNGARO	1ra	SP-SM	Base Hidráulica	39	50	11	1.420	1.700	128.1	0	135.5	0
HUNGARO	2da	SP-SM	Base Hidráulica	39	49	12	1.330	1.700	136.68	0	44	0
SAN JUAN	1ra	GW	Base Hidráulica	62	36	2	1.380	1.400	41.51	0	74.8	0
SAN JUAN	2da	SM	Subbase Hidráulica	7	80	13	1.380	1.600	53.79	0	16.3	0
GUAYABAL	1ra	GP	Base Hidráulica	61	38	1	1.440	1.500	86.4	0	55.2	0
GUAYABAL	2da	GW	Base Hidráulica	64	35	1	1.400	1.400	150.79	0	28.6	0
MILPILLAS	1ra	SP-SM	Base Hidráulica	39	50	11	1.450	1.530	148.34	0	28.7	0
LA PAJA	1ra	SP	Subbase Hidráulica	2	95	3	1.400	1.400	31.69	0	14.5	0

De acuerdo a los resultados presentados en esta tabla, el material se clasifica como una arena limosa mal graduada, de la cual nos resulta un peso volumétrico seco máximo (PVSM) PORTER de 1.450 ton/m3 y un peso volumétrico seco máximo (PVSM) AASHTO de 1.530 ton /m3, cuya relación resulta mayor en 5.6% con respecto de la prueba PORTER, así mismo se observa que el valor relativo de soporte (VRS= 148.34%), es muy superior al 100%, por lo tanto, cumple con la especificación, sin embargo, y aunque tenemos (PVSM) superior en la prueba AASHTO, se esperaba una resistencia a la penetración muy similar o mayor, y esto no paso debido a que existe una debilitación en la zona donde se prueba la muestra y la parte inferior al retirar la placa inferir, debido a eso no se obtuvo la resistencia esperada, y el valor obtenido fue para (CBR=28.7%), por lo tanto no cumple con la especificación la cual nos indica que debe de ser del 100%, analizando los resultados podemos decir que el material si es adecuado para utilizarse como una base hidráulica, ya que cumplió de buena manera la prueba de penetración VRS, sin embargo es necesario por lo menos realizar 2 pruebas AASHTO o tomar en cuenta el resultado de la prueba PORTER para decidir su utilización.

4.8.- ANALISIS, BANCO DE MATERIALES PETREOS LA PAJA.

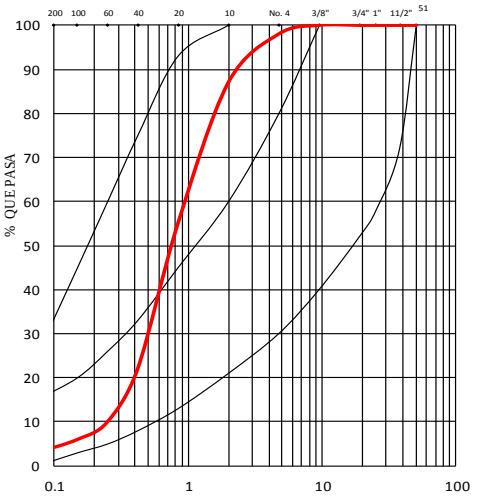
SOLICITANTE:	PEDRO GUSTAVO MARTINEZ ORTIZ		
OBRA:	ESTUDIO DE BANCO DE MATERIALES LA PAJA		
LOCALIZACIÓN:	CARRETERA BUENAVISTA-PERIBAN KILOMETRO 12		
FECHA DE RECIBIDO:	FECHA INFORME:	ENSAYE No:	8
PROCEDENCIA:	CENTRO-SUR		
MATERIAL:	SUBBASE		
ENVIADA POR:	PERSONAL DEL LABORATORIO.		

COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA	MALLAS		QUE PASA (%)	ESPECIFICACIONES ∑L≤10 (6)	ESPECIFICACIONES ∑L>10 (6)
	2"	(50.8)	100	100	100
	1 ½"	(38.1)	100	72-100	72-100
	1"	(25.4)	100	58-100	58-100
	¾"	(19)	100	52-100	52-100
	3/8"	(9.51)	100	40-100	40-100
	No. 4	(4.76)	98	30-100	30-80
	10	(2)	87	21-100	21-60
	20	(0.841)	55	13-93	13-45
	40	(0.42)	22	8-75	8-33
	60	(0.25)	10	5-60	5-26
	100	(0.149)	6	3-45	3-20
	200	(0.074)	3	0-25	0-15

CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL			
LÍMITE LÍQUIDO (%)	INAP.	30 máx	25 máx
ÍNDICE PLÁSTICO (%)	INAP.	10 máx	6 máx
CONTRACCIÓN LINEAL	0.0		
EQUIV. DE ARENA (%)	90.068	30 min	40 min
VRS ESTANDAR (%)	31.69	50 min	60 min
DESGASTE (%)	N/A	50 máx	40 máx
PART. ALARGADAS (%)	N/A		
PART. LAJEADAS (%)	N/A		
DESPERDICIO (%)	0		
PVSS (tn/m^3)	1.35		
PVSM(PORTER)(tn/m^3)	1.442		
HUMEDAD ÓPTIMA (%)	14.2		
PVSS(PROCTOR) (tn/m^3)	1.4		
PVSM(PROCTOR)(tn/m^3)	1.4		
HUMEDAD ÓPTIMA(PROCTOR) (%)	15.6		
CBR ESTANDAR (%)	14.5		
EXPANSIÓN (%)	0		
VALOR CEMENTANTE (kg/cm^2)	-		
ABSORCIÓN (%)	8.873		
DENSIDAD	2.71		
CLASIFICACIÓN SUCS	SP		

G%	S%	F%
2	95	3

GRÁFICA DE COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA



D10=	0.5	Cu=	2.0
D30=	0.7	Cc=	1.0
D60=	1.0		

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:

El material analizado cumple con las especificaciones a ecepción de la distribucion granulometrica, pudiendo adecuarse mediante la mezcla con un cementante.

Característica	Valor %	
	$\Sigma L \leq 10^6$ [1]	$\Sigma L > 10^6$ [1]
Límite líquido[2], máximo	30	25
Índice plástico[2], máximo]	10	6
Valor Soporte de California (CBR) [2, 3], mínimo	50	60
Equivalente de arena[2], mínimo	30	40
Desgaste Los Ángeles[2], máximo	50	40
Grado de compactación[2, 4], mínimo	100	100

Analizando los resultados en la tabla que presentamos con anterioridad, el material del banco denominado la paja, se revisaran las especificaciones marcadas por la SCT, para ser utilizado como una subbase hidráulica, en el caso del límite liquido la especificación marca como máximo de 30%, para nuestro caso el material nos da inapreciable, por lo tanto cumple con la especificación, así mismo como es caso del índice plástico, el máximo permisible es 10%, de igual manera nuestro material resulta inapreciable, debido a que es un material inerte por lo tanto cumple, para la parte de equivalente de arena la especificación máxima es de 40%, en nuestro caso el material tiene 90.068 %, por lo tanto podemos ver que el material tiene un mínimo porcentaje de arcilla y cumple, el caso de la prueba CBR la especificación nos marca un mínimo de resistencia a la penetración de 50% a 60%, nuestro material resiste 14.5%, por lo tanto NO cumple con la especificación, el desgaste de los ángeles la norma específica que el material puede tener un máximo desgaste del 50%, nuestro material solo se desgastó un N/A por lo tanto el material es adecuado, sobre la especificación de la SCT para grado de compactación se tiene un 100%, y en la norma nos especifica que debe compactarse en un 100% por lo tanto se cumple esa especificación, revisadas todas las especificaciones propuestas por la SCT, podemos apreciar que en algunos de los casos no se cumplen como en el caso del CBR, y esto es debido a un error humano que se describirá en el siguiente análisis.

4.8.1.- ANALISIS FINAL BANCO LA PAJA.

				GRANULOMETRIA			MAXIMOS (PVSM)		PORTER		AASHTO	
NOMBRE DEL BANCO	N. MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUCS	UTILIZACIÓN	GRAVAS (%)	ARENAS (%)	FINOS (%)	PORTER (ton/m3)	AASHTO (MODIFICADA) (ton/m3)	VRS (%)	EXP.(%)	CBR (%)	EXP.(%)
HUNGARO	1ra	SP-SM	Base Hidráulica	39	50	11	1.420	1.700	128.1	0	135.5	0
HUNGARO	2da	SP-SM	Base Hidráulica	39	49	12	1.330	1.700	136.68	0	44	0
SAN JUAN	1ra	GW	Base Hidráulica	62	36	2	1.380	1.400	41.51	0	74.8	0
SAN JUAN	2da	SM	Subbase Hidráulica	7	80	13	1.380	1.600	53.79	0	16.3	0
GUAYABAL	1ra	GP	Base Hidráulica	61	38	1	1.440	1.500	86.4	0	55.2	0
GUAYABAL	2da	GW	Base Hidráulica	64	35	1	1.400	1.400	150.79	0	28.6	0
MILPILLAS	1ra	SP-SM	Base Hidráulica	39	50	11	1.450	1.530	148.34	0	28.7	0
LA PAJA	1ra	SP	Subbase Hidráulica	2	95	3	1.400	1.400	31.69	0	14.5	0

En base a los resultados presentados en el análisis anterior, el material se clasifica como una arena limosa mal graduada, de la cual nos resulta un peso volumétrico seco máximo (PVSM) PORTER de 1.400 ton/m3 y un peso volumétrico seco máximo (PVSM) AASHTO de 1.400 ton /m3, así mismo se observa que el valor relativo de soporte (VRS= 31.69%) como podemos ver es menor al 50%, por lo tanto, el material NO cumple con la especificación, sin embargo, y aunque se tiene mayor (PVSM) en la prueba AASHTO, se esperaba

una resistencia mayor a la penetración, lo cual no sucedió y esto debido a que existe un error al enrasar nuestro molde se debilita la zona donde se prueba la muestra y debido a eso no se obtuvo la resistencia esperada, valor de soporte california (CBR=16.3%), por lo tanto no cumple con la especificación la cual nos indica que debe de ser del 50%, analizando los resultados podemos decir que el material NO es adecuado para utilizarse como una subbase hidráulica ya que NO cumple satisfactoriamente para VRS, pero se puede utilizar como un material de subrasante, subyacente y terracerías.

5.- CONCLUSIONES.

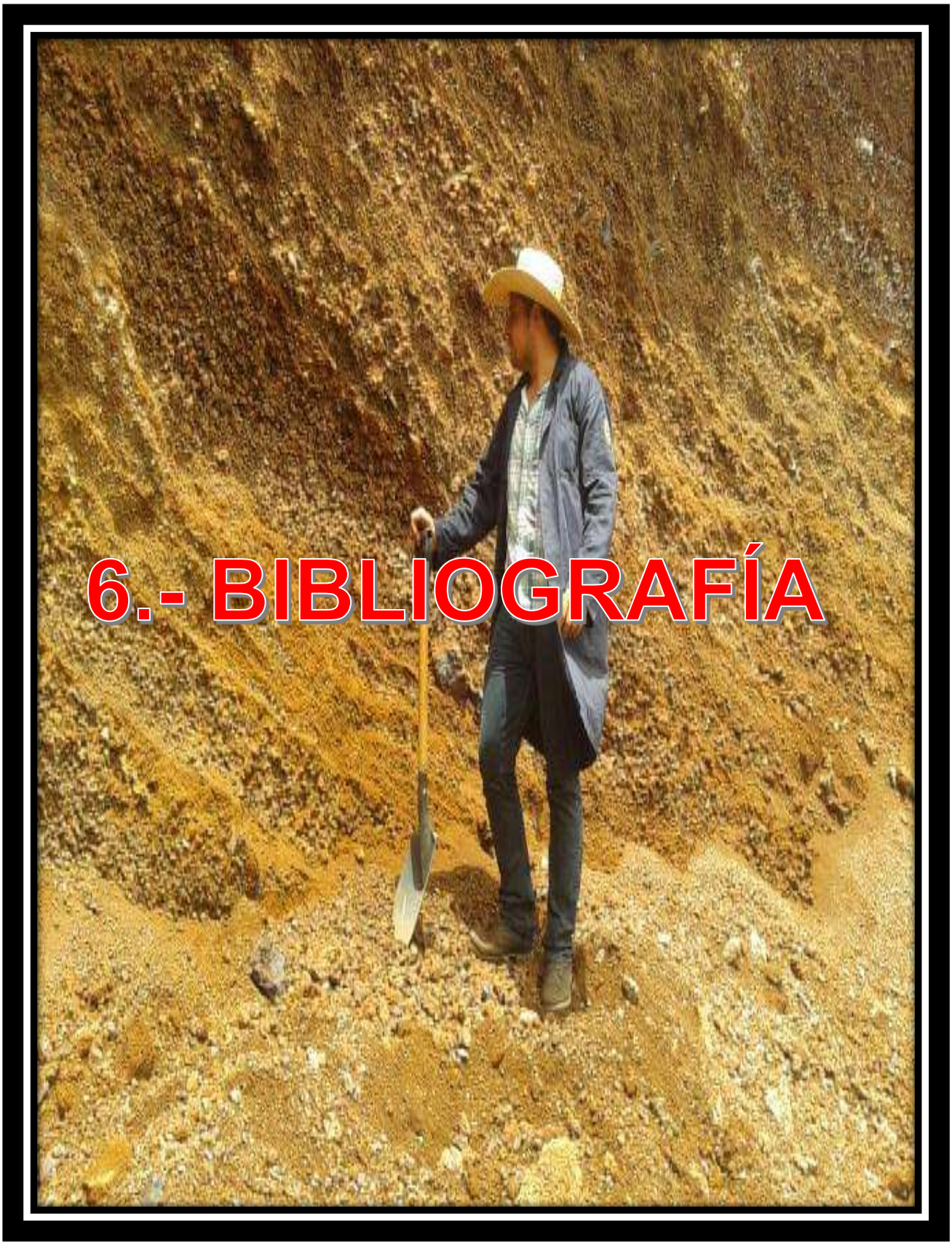
De acuerdo al trabajo de investigación realizado se estudiaron 5 bancos de materiales, de los cuales se obtuvieron 8 materiales, 6 para base hidráulica y 2 para subbase, también de estos resultados se aprovechó para definir la utilización como subrasante, subyacente y terracerías, de los cuales se puede que 5 bancos de pueden utilizar como base hidráulica, 2 como subbase y 1 de los bancos para terracerías.

Haciendo el análisis de las propiedades índices como son el límite líquido, límite plástico y contracción lineal por ser un material inerte o friccionan te resultaron inapreciables, por lo tanto en cuanto a la plasticidad son adecuados los materiales para utilizarse en la estructura de un pavimento.

Así mismo se puedo observar que los valores del PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO (PVSM) PORTER, Y EL PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO (PVSM) AASHTO, existió una variación que van del orden de un 5% a 25% con respecto a la (PVSM) PORTER.

Los resultados del VALOR RELATIVO DE SOPORTE (VRS) Y VALOR RELATIVO DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR), resultaron muy consistentes y a la vez muy bajos respectivamente, debido a que la prueba de VRS, mediante la prueba PORTER es mediante carga estática y la superficie de penetración para valor relativo de porte es muy buena y sin alteraciones, en cambio para el CBR mediante la prueba AASHTO es mediante una carga dinámica, por lo tanto al enrasar se debilita la superficie de penetración resultando valores bajos por lo que es necesario realizar más de una prueba para corregir este efecto tomando en cuenta el resultado del valor relativo de soporte estático.

Lo importante de estos estudios realizados y conociendo las características de los materiales y su utilización podemos dársela a conocer a los dueños de dichos banco para que esta información se encuentre a la vista de cada una de las persona que requieran un tipo de material en específico.



6.- BIBLIOGRAFÍA

Braja M. Das. Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. Cengage learning Editores, S.A. 2001.

http://www.buenastareas.com/ensayos/Triaxial/982631.html.

Juárez Badillo- Rico Rodríguez. Mecánica de Suelos. Tomo 1. Noriega editores.

Manual del 7° semestre del Laboratorio de Mecánica de Suelos, del Laboratorio de Materiales “Ing. Luis Silva Rúelas” de la Facultad de Ingeniería Civil de la UMSNH.

T. William Lambe, Robert V. Whitman. Mecánica de Suelos. Editorial limusa 2006.