UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ

UNIDAD ACADÉMICA CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TESINA DE GRADO

PREVIA LA OBTENCIÓN

DEL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

TEMA:

ESTUDIO DE SUELO DE LAS CALLES DE LA COMUNA SANCAN DEL CANTON JIPIJAPA DE LA PROVINCIA DE MANABI, AÑO 2012.

AUTOR:

RONALD MIGUEL MARTILLO MANRIQUE

TUTOR:

RONALD PASTOR DELGADO ALVIA

Jipijapa- Manabí – Ecuador

2012

UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABI

Creada el 7 de Febrero del año 2001, según Registro Oficial Nº 261

UNESUM

PROGRAMA DE TITULACION MODALIDAD SEMINARIO DE FIN DE CARRERA

ACTA/041 DE SUSTENTACION POR EL SISTEMA DE SEMINARIO DE FIN DE CARRERA, PREVIA LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO CIVIL DE LA UNIDAD ACADEMICA CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION

En la ciudad de Jipijapa, Provincia de Manabí, a los diez y siete días del mes de Septiembre del año dos mil doce, siendo las 14H00, en el Salón Auditórium de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, ubicado en el edificio Central Calle Santistevan entre Mejía y Alejo Lascano, se constituye el Tribunal de sustentación presidido por: Ing. Jorge Clímaco Cañarte Murillo, Mg. Sc. Rector de la Universidad, Ec. Wilkins Álvarez Pincay, Mg. Sc. Director del Programa de Titulación, e integrado por los siguientes miembros: Ing. Manolo Castro Solís, Miembro del Tribunal de Sustentación, Ing. Miguel Fienco Sánchez, Miembro del Tribunal de Sustentación, para receptar la sustentación del trabajo de tesina del egresado: ***MARTILLO MANRIQUE RONALD MIGUEL****. Quien ha cumplido con todo el proceso académico de rigor, como requisito prescrito en la Ley de Educación Superior y los Estatutos de la Universidad, se ha matriculado y aprobado todos los semestres y ha elaborado su trabajo de tesina sobre el tema* ***"ESTUDIO DE SUELO DE LAS CALLES DE LA COMUNA SANCAN DEL CANTON JIPIJAPA DE LA PROVINCIA DE MANABI, AÑO 2012"*** *que ha sido aprobado.*

Luego de la sustentación rendida ante este tribunal, se recogió la evaluación que dio como resultado ***10,00 (DIEZ).***

Acto seguido, el presidente del Tribunal procedió a declararlos aptos para conferirles el Título de Ingeniero Civil, todo en presencia del Secretario General – Procurador de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, que certifica.-

Ing. Clímaco Cañarte Murillo, Mg. Sc.
RECTOR

Ec. Wilkins Álvarez Pincay, Mg. Sc.
DIRECTOR DEL PROGRAMA

Ing. Manolo Castro Solís
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Miguel Fienco Sánchez
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Antonio González Vásquez
SECRETARIO GENERAL PROCURADOR

UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABI – RECTORADO

UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABI – PROGRAMA DE TITULACION MODALIDAD SEMINARIO DE FIN DE CARRERA – UNESUM – JIPIJAPA - MANABI

UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABI – SECRETARIA GENERAL – PROCURADURIA – JIPIJAPA - MANABI

DEDICATORIA

La perseverancia y el optimismo nos llevan al éxito, en todo momento y ante cualquier circunstancia de nuestras vidas.

Este éxito se lo dedico a Dios mi padre celestial y pilar fundamental de vida quien no dejó que desmallara en ninguna ocasión.

A mis hijos quienes a pesar del poco tiempo que les procuré se esforzaron en darme su apoyo moral y emocional.

A mi madre MARLENY MANRIQUE LÓPEZ sostén fundamental de este logro importante de vida para bienestar y satisfacción de los que me aprecian.

RONALD MIGUEL MARTILLO MANRIQUE

AGRADECIMIENTO

Una vez culminado este trabajo de investigación debo dejar constancia de un sincero y profundo agradecimiento:

A las autoridades de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, a los miembros del Tribunal de Sustentación del Sistema de Titulación de Fin de Carrera, quienes introdujeron las correcciones pertinentes para mejorar el trabajo.

A cada uno de los docentes de cada etapa de estudios por las orientaciones en el desarrollo de este proceso.

A los directivos de la Unidad Académica de Ciencias de la Construcción y a las personas que colaboraron para obtener la información y así poder culminar el trabajo planteado.

RONALD MIGUEL MARTILLO MANRIQUE

ING. RONALD PASTOR DELGADO ALVIA

CERTIFICA:

Haber asesorado minuciosamente el proceso de desarrollo de la tesina, titulada: ESTUDIO DE SUELO DE LAS CALLES DE LA COMUNA SANCAN DE LA PARROQUIA JIPIJAPA DEL CANTÓN JIPIJAPA DE LA PROVINCIA DE MANABÍ, AÑO 2012, cuyo autor es Ronald Miguel Martillo Manrique, egresado de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, Tesina elaborada de acuerdo a las normas técnicas y en base a las normativas vigentes de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, por lo que se autoriza su presentación ante las instancias universitarias correspondientes.

Es cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ing. Ronald Pastor Delgado Alvia

Tutor

DECLARACION SOBRE LOS DERECHOS DE AUTOR

Los conceptos, ideas y planteamientos que se exponen en el presente trabajo de investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor. El patrimonio de la misma es de propiedad de la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

.....

RONALD MIGUEL MARTILLO MANRIQUE

RESUMEN

Diagnosticada la situación actual de la infraestructura vial en el sector rural del cantón Jipijapa, con la finalidad de efectuar el respectivo trabajo de titulación, se escogió como tema de tesina: **ESTUDIO DE SUELO DE LAS CALLES DE LA COMUNA SANCAN DEL CANTON JIPIJAPA DE LA PROVINCIA DE MANABI, AÑO 2012.**

Los objetivos planteados sirvieron como guía para tratar temas referentes a: granulometría, límite líquido, límite plástico, compactación, CBR.

Para operatividad del trabajo se realizaron ensayos de laboratorio y la aplicación de hojas de cálculo en Microsoft Excel. La metodología se basó en los requerimientos necesarios para el desarrollo de un proyecto vial tal como lo solicita el Ministerio de Transportes y Obras Públicas del Ecuador.

Los resultados obtenidos indican que en el aspecto técnico el suelo de subrasante donde se proyecta la vía tiene una baja resistencia mecánica; en lo relacionado a las características del material de subbase y base, cumple con las especificaciones técnicas requeridas, esto deriva básicamente porque se trabajó con material de canteras que tienen varios años de experiencia en lo concerniente a obras civiles en general.

Finalmente se incluye una propuesta global de ejecución de la vía, con su respectivo presupuesto, cronograma valorado y demás especificaciones constructivas.

INDICE

DEDICATORIA……..... i

AGRADECIMIENTO…… ii

CERTIFICACION…….. iii

DECLARACION SOBRE LOS DERECHOS DE AUTOR……. iv

RESUMEN…….. v

INDICE

1. TEMA……..... 1
2. PRESENTACION……. 2
3. INTRODUCCION…… 4
4. JUSTIFICACION…….. 6
5. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS……..8

5.1. OBJETIVO GENERAL……8

5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS……. 8

6. DESCRIPCION DE LA PROBLEMÁTICA……... 9
7. DEFINICION DEL PROBLEMA…… 10
8. DIAGNOSTICO DE IDENTIFICACION DEL PROBLEMA…….. 11
9. APLICACIÓN DE CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS……. 12

9.1. CARACTERIZACION DE LA COMUNA SANCAN…… 12

9.2. ESTUDIO DE SUELOS……. 20

9.2.1 CONTENIDO DE HUMEDAD…….. 21

9.2.2 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (MÉTODO MECÁNICO) ……22

9.2.3 LÍMITES DE CONSISTENCIA O DE ATTERBERG……. 25

9.2.4 CLASIFICACIÓN DE SUELOS…….. 27

9.2.4.1 CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS (U.S.C.)……..28

9.2.4.2 CLASIFICACIÓN DE LA AASHTO…….. 32

9.2.5 COMPACTACIÓN-MÉTODO PROCTOR MODIFICADO

(AASHTO T180-90). ……. 34

9.2.6 VALOR RELATIVO SOPORTE O RELACIÓN DE

SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)…… 37

9.2.7 ESPECIFICACIONES PARA SUBRASANTE, SUBBASE Y BASE… 40

9.2.7.1 SUBRASANTE…… 40

9.2.7.2 SUBBASE…… 40

9.2.7.3 BASE…….. 42

9.3 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS, ANÁLISIS E

INTERPRETACIÓN…… 45

9.3.1 ENSAYOS DE SUELOS SUBRASANTE…… 45

9.3.1.1 TOMA DE MUESTRAS DE LA SUBRASANTE …….. 45

9.3.2 ENSAYOS DE SUELO SUBBASE…… 46

9.3.3 ENSAYOS DE SUELO BASE…… 50

10. PRESUPUESTO…… 55

11. CRONOGRAMA…….. 56

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES …….. 57

13. BIBLIOGRAFÍA…… 58

14. ANEXOS ……..59

1. TEMA

ESTUDIO DE SUELO DE LAS CALLES DE LA COMUNA SANCAN DEL CANTON JIPIJAPA DE LA PROVINCIA DE MANABI, AÑO 2012.

2. PRESENTACION

Hoy por hoy los adelantos tecnológicos han llevado de la mano el desarrollo de los pueblos involucrando sectores de orden rural, surgiendo así estrategias en que la colectividad se integra de manera sea esta directa o indirectamente para originar el progreso en su ámbito.

El sector rural implicado esta ubicado en el punto Norte con respecto a la cabecera cantonal, mismo que presenta un clima templado con variación de temperatura en el transcurso del año, cuyas precipitaciones pluvialeses aprovechado para el desarrollo de la siembra de los productos típicos de la zona, como son de principal sustento, el maíz duro amarillo con el cual se elaboran las tortillas de Sancan producto muy apetecido por propios y en especial por el turismo oscilante que goza nuestra provincia , la producción del piñón y de la higuerilla también generan importantes ingresos a sus productores, como también lo son el cultivo de yuca y zapallo muy importantes para la economía de los comuneros.

Cabe destacar el aprovechamiento de la lana de ceibo cuyo árbol legendario es un icono de la zona y cuyo mercado esta entre Quito y Guayaquil.

También se aprovecha la cría de ganado vacuno como del porcino, mismos que son comercializados en el mercado del cantón.

Cabe destacar la importancia de un sector dedicado a la elaboración del ladrillo o bloque quemado, producto que es utilizado para la construcción de viviendas; Mercado que se encuentra en la cabecera cantonal de la comuna Sancan así como en los hermanos cantones de Puerto López y Paján.

Por historia, sus pobladoresnecesitan que sus calles sean adecentadas y generar de esta manera la industria sin chimenea pues se accederá a la zona ecológica del matorral seco de tierras bajas en donde se encuentran albarradas y tapes, por lo señalado anteriormente se podrán conectar localidades cercanas a través de la arteria principal y mejorar el nivel adquisitivo de todos sus pobladores al facilitar y brindar un mejor servicio de intercambio de productos y bienes únicos de la Comuna.

3. INTRODUCCION

El presente trabajo titulado “ESTUDIO DE SUELO DE LAS CALLES DE LA COMUNA SANCAN DEL CANTON JIPIJAPA DE LA PROVINCIA DE MANABÍ, AÑO 2012 “tiene por esencia, identificar que tipo de suelo posee el sector y que a través de métodos experimentales, determinar el uso adecuado de estabilizadores al momento de ejecutarse la obra, estableciendo valores mínimos que satisfagan la capacidad portante del suelo.

Por historia esta demostrado que el hombre se ha preocupado de las vías de comunicación siendo estas de clase; marítima, aérea, férrea, terrestre, etc. Para poder llegar más lejos y estar en contacto con otros pueblos para el intercambio de bienes o mercancías, en general comercializar.

Las vías de comunicación, especialmente las carreteras tienen un orden tan importante para el desarrollo de los pueblos, es por ello que ante la inadecuada situación actual de las calles de la comuna Sancan de no poder brindar un servicio digno de comunicación terrestre a sus pobladores y a las comunidades cercanas, para poder ejercerla comercialización de sus productos así como, de acceder a educación, salud, etc. Una vez revisado los respectivos estudios de suelo en el Municipio de Jipijapa y al no contar la Comuna con uno respectivo se valoro la ejecución de un estudio para su posterior ejecución.

El análisis de este trabajo se elabora en base a la aplicación de las herramientas tecnológicas y de técnicas experimentales con que se cuenta en la actualidad y que son el resultado de las investigaciones realizadas por expertos en la materia.

Teóricamente se estudiarán las diferentes técnicas de refuerzo en suelos, con lo que se asumirá durante la investigación el mejor método para aplicar a la problemática que tiene el suelo de la Comuna.

Los principales factores que actúan ligadamente en el diseño del paquete estructural de la vía son, la estabilidad, durabilidad y funcionabilidad.

Este trabajo consta con un marco teórico, donde se recopila toda la información bibliográfica con relación al contenido de investigación, la cual sirve para poder elaborar los objetivos delineados. Esta averiguación se fundamenta en la caracterización de la Comuna Sancan,un estudio de suelo necesario para la vía tales como;Análisis de Granulometría, Límites de Atterberg, Compactación, C.B.R.

Cabe señalar que para el desarrollo del trabajo, se recopiló información de campo que luego fue estudiada y procesada mediante el uso de equipos de laboratorio de suelos, con normas técnicas, entre otros. Para el trabajo investigativo se ha elaborado su respectivo presupuesto, el cronograma de ejecución, conclusiones y recomendaciones, con el único propósito de que sirva documentada y técnicamente para la ejecución de la obra en esta importante Comuna Legendaria.

4. JUSTIFICACION

La Universidad Estatal del Sur de Manabí se proyecta a la excelencia académica y se hace participe de las soluciones en la sociedad que la acoge generando satisfacciones que favorecen al crecimiento y desarrollo de los pueblos y por ende mejorando la calidad de vida en sus habitantes.

Con el presente trabajo investigativo, Estudio de Suelo de las Calles de la Comuna Sancan del cantón Jipijapa de la provincia de Manabí, año 2012. Realizada mediante un proceso de observación directo investigativo, análisis experimental y propositivo, fundamentados en los conocimientos teóricos y prácticos los mismos que fueron adquiridos durante nuestra formación académica y el importantísimo aporte de metodologías socializadas de los señores docentes, planteando de manera bien intencionada una solución técnica a la problemática vial de la comuna Sancan mediante un estudio e identificación del tipo de suelo que posee dicho sector.

En el aspecto social, el desarrollo del proyecto por medio del Gobierno Provincial de Manabí, entidad competente de desarrollo provincial podrá en su momento iniciar un convenio bien sea entre el Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador (MTOP) o su homólogo, Gobierno Municipal Autónomode Jipijapa y llevar adelante lasolución a la problemática de la construcción de la vía planteada en este trabajo de investigación.

En lo Económico, la ejecución del proyecto permitirá desarrollar en los habitantes de la comunidad involucrada y de sus alrededores, sus actividades productivas siendo estas agrícolas, ganaderas, artesanales o de otra forma, ya que con una vía optima la movilización vehicular será permanente y fluida.

El aporte principal Socio-Económicotras la ejecución de este proyecto será de manera muy notable el acceso a una mejor Salud, Educación y la propia Autoestima de sus habitantes.

En lo Académico, el presente trabajo de investigación de fin de carrera aspira ser una fuente de consulta para todos los futuros profesionales que de una u otra manera se involucren en la especialidad de la Ingeniería Civil, constituyéndose en una evidencia del aporte que los profesionales formados en la Universidad Estatal del Sur de Manabí, realizan a toda la sociedad.

5. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS

5.1. OBJETIVO GENERAL

- ✓ Realizar el estudio de suelo de las calles de la Comuna Sancan del Cantón Jipijapa de la Provincia de Manabí.

5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Recoger las muestras in-situ del material de subrasante para su respectivo análisis.
- ✓ Determinar las propiedades físicas, químicas y mecánicas de la subrasante, subbase, base, a través de losensayos de granulometría, humedad,atterberg, proctor estándar y modificado y C.B.R.
- ✓ Definir los valores mínimos que satisfagan la capacidad de soporte del suelo para el posterior diseño estructural de vía.

6. DESCRIPCION DE LA PROBLEMATICA

La tecnología a través de los años ha obligado que cada país mejore los diseños y estructuras de vías, esto de acuerdo a las necesidades que en cada uno de ellos se planteen solucionar y así poder ofrecer más y mejores carreteras.

Además se ha utilizado en los grandes países en la construcción de sus vías el drenaje del Subsuelo, una Cimentación adecuada, una Base de Hormigón y una capa superficial adicional de Hormigón o de Pavimento Bituminoso para soporte del repentino aumento del tráfico pesado.

Las calles objeto de estudios están en uso actualmente, pero ante el carente mantenimiento y las constantes precipitaciones pluviales llevan a las mismas a su deterioro que se constituye en el denominador común de las vías de nuestra provincia ruraly que solo prestan su servicio funcional en el verano luego de una serie de pedidos a la entidad competente.

Con el estudio del suelo de la comuna Sancan se obtendrá un diseño de la estructura del pavimento utilizando un método adecuado de estabilización, con esto damos solución a la problemática que resultan de construir vías sobre subrasantes de mala calidady el alto costo que incide al momento de obtener material seleccionado; al no contar con material adecuado de canteras locales; proponiéndose diseños con espesores inferiores pero que brindan igual capacidad estructural e incluso

económicamente mas factible, posibilitando el empleo de este tipo de estructura en las distintas vías rurales.

7. DEFINICION DEL PROBLEMA

¿Cuáles son las condiciones físicas, químicas y mecánicas de la subrasante de las calles de la comuna Sancan del cantón Jipijapa de la Provincia de Manabí, año 2012.?

8. DIAGNOSTICO DE IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

La comunidad actualmente no puede hacer uso de una manera eficaz de las calles de la comuna sancan, pues su servicio es muy limitado, lucen deplorables y polvorientas y en invierno prácticamente son intransitables,esto repercute en que sus productos no puedan ser comercializados en el mercado local teniendo que en muchas ocasiones dejar perder sus cosechas, por lo que es imperioso solucionar el problema de el asfaltado de sus calles.

Los comuneros generan sus principales ingresos a través de la producción de maíz duro amarillo con el cual se elaboran las exquisitas tortillas de Sancan producto muy apetecido por propios y en especial por el turismo oscilante que goza nuestra provincia, de igual manera la producción del piñón y la higuerilla también generaimportantes ingresos a sus comuneros productores.

Por otra parte también se genera la producción del ganado vacuno y porcino.Otra actividad para destacar es la de un sector de la población que se dedica a la elaboración del ladrillo o bloque quemado producto que es utilizado para la construcción de viviendas.

Actualmente la población no tiene acceso a caminos vecinales permanentes pues estos dejan de prestar sus servicios de senda al llegar la temporada invernal, por lo que sus consecuencias la sufren las personas en todos sus aspectos.

9. APLICACIÓN DE CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS EN LA ELABORACION DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION

9.1.CARACTERIZACION DE LA COMUNA SANCAN

UBICACIÓN

La Comuna Sancán se encuentra ubicada en la zona ecológica: Matorral Seco de Tierras Bajas en la Provincia Manabí, Cantón Jipijapa accediéndose a ésta por la vía Portoviejo – Jipijapa. Se ubica geográficamente al Norte: 9859899, al Este: 5464516, altitudinal mente se ubica en una cota de 240 m.s.n.m.

Fig. 1

DATOS CLIMATICOS

Para las variables meteorológicas de este sector, no se tienen datos específicos, sin embargo para efecto de esta tesina, se tomaron los valores reportados en la estación meteorológica de Julcuy, debido a que tienen características climáticas muy parecidas; entre otros parámetros tenemos:

Temperatura del aire a la sombra (media mensual):	24.8 ºC
Humedad relativa media:	81%
Punto de rocío:	21.1 ºC
Tensión de vapor:	25.2 hPa
Precipitación anual:	532,7 milímetros311.7
Nubosidad media:	5 octas
Velocidad media de viento	6 m/s NE

ORGANIZACIÓN COMUNAL

La Comuna Sancan, está ubicada a 8 km del cantón Jipijapa en la vía Jipijapa - Manta, esta comuna cuenta con 690 socios y con una población de aproximadamente 2300 habitantes, está conformado por 14 recintos aledaños, tiene un área de 19000 hectáreas.

Fue constituido según acuerdo Ministerial 0054 el 14 de marzo de 1975, los fines de la comuna, propender a la elevación del nivel de vida, salud, educación, vivienda y trabajo a los socios, buscar mejoramiento económico, moral y cívico, salvaguardar los intereses colectivos.

Límites:

Norte: parroquia La Pila

Sur: el cantón Jipijapa

Este: 24 de Mayo

Oeste: parroquia Membrillal

Tiene una topografía de terreno ondulado y montañoso, con un clima seco tropical, los habitantes del sector realizan trabajo en el campo como: la agricultura, ganadería y elaboración de ladrillo, además es un lugar donde se realizan la conocida tortillas de maíz y de yuca.

El cabildo comunal planteo sus intereses por unir a todas las comunas de la región en una organización mayor, para estar más unidas y poder defender juntos la tierra comunal, manteniendo la “identidad de comuna”.

Sancán es una comuna de gran tamaño que cuenta actualmente con once recintos distribuidos por todo el recinto comunal:

- Sancán
- San francisco (de afuera)
- El descanso
- Santa Rosa (de afuera y del medio)
- Sandial
- Boto tillo
- Loma del Jardín
- Cañita
- Cerrito de la Asunción
- Cerrito del Mirador
- Quimís

Con diversos intereses, los habitantes de estos recintos se han ido afiliando a la comuna después de su constitución, por lo que el territorio comunal ha ido variando en el tiempo, haciéndose cada vez mayor al sumar los territorios de los nuevos recintos. Este es un proceso que sigue activo y hay algunas personas de recintos aledaños a la comuna que están valorando afiliarse a Sancán. Esta Comuna más antigua de la zona, la primera que participó en este proceso legal con el MAG.

ACTIVIDADES ECONOMICAS

AGRICULTURA

Los comuneros y comuneras perciben una parte de sus ingresos a través de la venta de maíz, zapallo, algodón, higuerilla entre otros productos agrícolas que siembran en sus chacras.

La siembra se lleva a cabo en época de lluvia (enero, febrero), y suele ser de ciclo corto. Lo que fundamentalmente se siembra es el maíz, también frijol para consumo familiar. En menor medida se siembra maíz amarillo y yuca, para la confección y venta de tortillas al borde de la carretera.

A principios del siglo XIX no era muy diferente, aunque se vendía mas algodón y maíz que ahora, además de la lana de ceibo. Se sembraba papaya, yuca y zapallo.

Fig. 2

GANADERIA

Esta comuna vivió durante muchos años de la ganadería, sus pobladores se movían por toda la zona para darle de pastar al ganado. Se movían también por la zona de Santa Rosa, Loma Pelada, Las Pampas, Corral Quemado y otros sitios en los que había pasto para el ganado y fuentes de agua.

Solo se limitaban a esperar en las albarradas a que saliera el ganado a beber, el ganado estaba suelto, algo que hoy no es así por miedo a los lobos. Iban encerrando al ganado en corrales de caña hasta que reunían todas sus cabezas y se volvían a sus recintos con todo el ganado.

Fig. 3

INDUSTRIA Y COMERCIO

VENTA DE TORTILLAS

La venta de tortillas de Sancán ha pasado a ser uno de los marcadores identitarios de la Comuna Sancán para el resto de la provincia, a la cual identifican precisamente por esta

Peculiar venta. Se han hecho algunos reportajes de la televisión y prensa, en los que las tortillas de Sancán son el tema principal.

Fig.4

La historia del inicio de esta venta data del año 98, cuando murió un muchacho en la carretera por un accidente en bus. Los habitantes del recinto Sancán pusieron un “policía acostado” (obstáculo de cemento) y un viejito del recinto aprovecho que los carros disminuían la velocidad para venderles las tortillas de maíz que hacía en su casa. Dado el éxito que tuvo se trasladó con el horno hasta la carretera, ejemplo que siguieron otros habitantes del recinto.

En el verano, mientras esperaban la época de lluvia para volver a sembrar sus chacras, los hombres migran a haciendas, pueblos o ciudades cercanas a emplearse

como jornaleros, ya sea para desmontar, para atender cultivos, para cosechas, etc. Antiguamente las mujeres también lo hacían, para ubicarse como empleadas domesticas fundamentalmente en casas en Jipijapa, Guayaquil, Quito. En la actualidad las mujeres permanecen en la Comuna, dedicadas al negocio de las tortillas y a lavar las ropas de las casas de Jipijapa.

Venta de ladrillos

Otra de las alternativas económicas en esta comuna es la venta de ladrillos que ellos mismo elaboran. En Sancán existen 12 ladrilleras, algunas ubicadas en el recinto principal y otras ubicadas a los lados de la albarrada “del bosque”, todas utilizan materia prima de la propia comuna, como la tierra que utilizan para el ladrillo, la leña para los hornos y el agua de la albarrada para la mezcla.

Entre los 12 productores de ladrillos se ha intentado formar una asociación de ladrilleros pero no han logrado “entenderse” bien entre ellos.

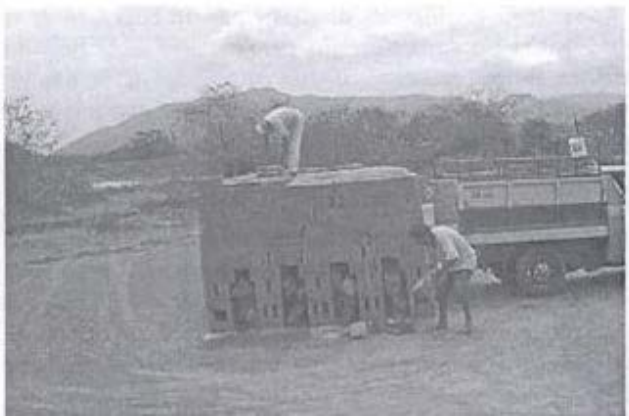


Fig. 5

Para la quema del horno se utilizan variedades de leña local: guabá, guachapelí, algarrobo, palo santo. Se extrae en tres tipos de tierra que después son mezclados. Para la producción de los 5000 ladrillos se necesita excavar una zanja de 3m x 5m x 1m de profundidad. La comuna le ha cedido un total de 9 hectáreas para este fin, es la llamada “tierra de ladrilleros”. Como retribución a la comunidad los ladrilleros aportan con ladrillos a la comuna.

Para la producción de los 5000 ladrillos se utilizan aproximadamente unos 50 tanques de agua, todo ella obtenida en la albarrada “de los ladrilleros” que otros denominan “la del bosque”. En cambio tienen prohibido sacar agua (para producir ladrillos (en la albarrada “Cañarte” y en la principal (Aguardiente). Toda esta agua la obtiene gratuitamente, de otro modo se les encarecería la construcción de los ladrillos. Como puede verse la producción de estos ladrillos está vinculada a la organización comunal en gran medida, la cual trata de facilitar todos los medios a estos comuneros con el compromiso estricto de cuidar y mantener la albarrada que utilizan.

También encontramos algunos ebanistas en la comuna que tienen que comprar la madera para trabajarla pues en el territorio comunal ya no se encuentra.

Los animales domésticos como los chanchos, chivos y gallinas son un apoyo para la economía familiar, sobre todo para suplir necesidades proteínicas en la dieta. En casos extremos los venden. Así mismo la leche de las vacas es para consumo familiar, y solo en casos extremos se mata o vende estos animales.

9.2. ESTUDIO DE SUELOS

Los estudios de suelos varían de acuerdo con su objeto o importancia; antes de realizarse una nueva obra es adecuado realizar dichos estudios esto para determinar la mejor localización y definir los suelos más apropiados para un camino.

También pueden realizarse en caminos existentes en los que se experimenten algunas dificultades por destrucción de la capa superficial o levantamientos desiguales de la misma.

Es necesario saber el tipo de suelo con que se cuenta en el área de trabajo. Así en la gran mayoría de los casos, por condiciones de trazo geométrico, topografía y calidad de los suelos naturales de apoyo, es necesario determinar si el suelo es adecuado para utilizarse como capa de rodadura o es necesario ubicar un banco adecuado de material selecto (balasto) para ser aplicado como capa de rodadura.

Los ensayos de suelos deben ejecutarse de acuerdo con la división siguiente:

1. Para la clasificación del tipo de suelo.
2. Para el control de la construcción.
3. Para determinar la resistencia del suelo.

Las muestras de suelos obtenidas en campo serán sometidas a un programa de ensayos mínimos, los diferentes ensayos se efectuaran de acuerdo a las especificaciones y normas.

Los ensayos de suelos son de mucha importancia para poder identificarqué tipo de suelo existe en el área de trabajo de modo que puedan ser descritosy clasificados adecuadamente.

9.2.1 CONTENIDO DE HUMEDAD

La determinación del contenido de humedad es un ensayo rutinario de laboratorio, se define como la cantidad de agua presente en el suelo al momento de efectuar el ensayo, relacionado al peso de su fase sólida, se representa por la siguiente expresión:

$$W = \frac{Peso\ del\ agua\ contenida}{Peso\ seco} = \frac{Wh - Ws}{Ws}$$

Dónde:

W= humedad

Wh= peso de muestra húmeda

Ws= peso de muestra seca

9.2.2 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (MÉTODO MECÁNICO)

Su finalidad es obtener la distribución por tamaño de las partículas presentes en una muestra de suelo. Así es posible también su clasificación mediantes sistemas como AASHTO o USCS. El ensayo es importante, ya que gran parte de los criterios de aceptación de suelos para ser utilizados es base o sub-bases de carreteras, presas de tierras o diques, drenajes, etc., depende de este análisis.

La variedad en el tamaño de las partículas de suelos, casi es ilimitada; por definición, los granos mayores son los que se pueden mover con la mano, mientras que los más finos son tan pequeños que no se pueden apreciar con un microscopio corriente.

Para obtener la distribución de tamaños, se emplean tamices normalizados y numerados, dispuestos en orden decreciente.

Para suelos con tamaño de partículas mayor a 0,074 mm. (74 micrones) se utiliza el método del análisis mecánico mediante tamices de abertura y numeraciones indicado en la tabla 1 y tabla 2. Para suelos de tamaño inferior, se utiliza el método del hidrómetro, basado en la ley de Stokes.

Tabla 1.Numeración y abertura de tamices.

Tamiz (ASTM)	Tamiz (Nch) (mm.)	Abertura real (mm.)	Tipo de suelo
3 "	80	76,12	GRAVA
2 "	50	50,80	
1 1/2 "	40	38,10	
1 "	25	25,40	
3/4 "	20	19,05	
3/8 "	10	9,52	
N° 4	5	4,76	ARENA GRUESA
N° 10	2	2,00	ARENA MEDIA
N° 20	0,90	0,84	
N° 40	0,50	0,42	
N° 60	0,30	0,25	ARENA FINA
N° 140	0,10	0,105	
N° 200	0,08	0,074	

Todos los sistemas de clasificación utilizan el tamiz No. 200 como punto divisorio; las clasificaciones se basan en términos de cantidad retenida y cantidad que pasa el tamiz No. 200. Ocasionalmente es deseable conocer la escala aproximada de las partículas menores que el tamiz No. 200. Cuando esto se requiere, el método a seguir es el ensayo de “análisis granulométrico – método del hidrómetro”.

La información obtenida del análisis granulométrico se presenta en forma de curva. En el análisis por tamices se obtienen los resultados de pesos parciales retenido en cada uno de ellos. Después se calcula los porcentajes retenidos parciales, los porcentajes acumulativos, los porcentajes que pasan por cada tamiz.

Tabla 2. Datos para el Análisis Granulométrico

TAMIZ NO.	PESO RETENIDO PARCIAL EN GRS.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% QUE PASA POR EL TAMIZ
1 ½				
1”				
¾ “				
½ “				
3/8 “				
No. 4				
PASA No. 4				
SUMA				
ANÁLISIS GRANULOMETRICO DEL MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ NO. 4 (LAVADO)				
TAMIZ NO.	**PESO RETENIDO PARCIAL EN GRS.**	**% RETENIDO PARCIAL**	**% RETENIDO ACUMULATIVO**	**% QUE PASA POR EL TAMIZ**
10				
40				
200				
PASA 200				
SUMA				

Además es conveniente presentar resultados en forma gráfica que tabular. La presentación gráfica se efectúa por medio de la curva granulométrica, que es la curva de los porcentajes que pasa por cada tamiz, esta curva se gráfica en papel semilogaritmico indicado en la tabla 3.

En las ordenadas (escala natural del papel) se anotan los porcentajes que pasa y en las abscisas (escala logarítmica del papel) se anotan los diámetros de los tamices en milímetros.

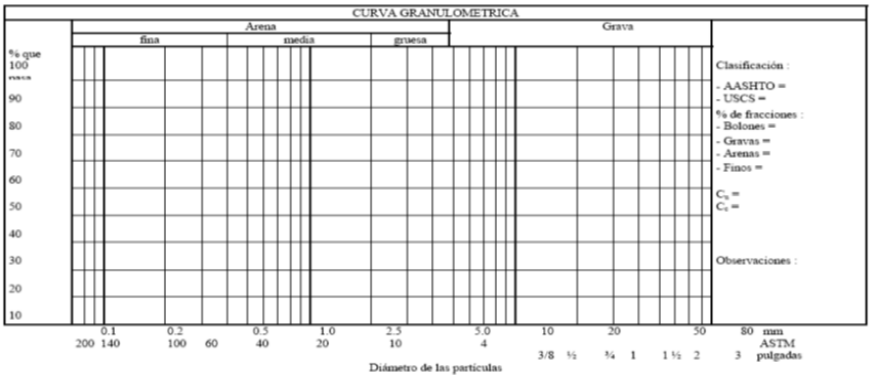


Tabla 3. Curva granulométrica

9.2.3 LÍMITES DE CONSISTENCIA O DE ATTERBERG

Las propiedades del suelo formado por partículas finamente divididas dependen en gran parte de la humedad. El agua forma una película alrededor de los granos y su espesor puede ser determinante del comportamiento diferente del material.

Cuando el contenido de agua es muy elevado, el suelo no tiene resistencia al esfuerzo cortante; al perder agua va aumentando esa resistencia. El límite líquido y plástico nos da una idea de que tan comprensible puede ser el suelo.

Atterberg definió los siguientes estados de consistencia según el contenido de agua en orden decreciente, para un suelo susceptible de ser plástico:

1. Estado líquido, con las propiedades y apariencia de suspensión.
2. Estado semilíquido, con las propiedades de un fluido viscoso.

3. Estado plástico, en el que el suelo se comporta plásticamente, es decir, se puede moldear y deformar sin exhibir propiedades elásticas, cambios de volumen o agrietamiento.

4. Estado semisólido, en el que el suelo tiene la apariencia de un sólido pero disminuye de volumen al ser secado.

5. Estado sólido, en que el volumen del suelo no varía con el secado.

Límite Líquido.- Se determina realizando pruebas en las cuales se esparce una porción de la muestra en una copa de bronce, dividida en dos por un ranurador y luego permitiendo que fluya debido a los impactos causados por las repetidas caídas de la copa en un dispositivo mecánico estándar.

Se requiere realizar tres o más pruebas sobre un rango de contenidos de humedad y graficas o calcular la información de las pruebas para estableces una relación a partir de la cual se determine el límite líquido. Los ensayos de límite líquido se hacen solamente con la fracción de suelo que pasa por el tamiz No. 40.

Datos de la determinación del límite líquido					
Proyecto:				Dueño:	
Sondeo No.	Muestra No.			Ubicación:	
Ensaye No.	1	2	3	4	5
Tara No.					
No. de Golpes					
Peso de Tara					
Peso Muestra Humedad + Tara (grs)					
Peso Muestra Seca + Tara (grs)					
Peso de Agua					
Peso de Muestra Seca					
Porcentaje de Humedad					

Tabla 4.

Limite Plástico. - Se determina presionando y enrollando alternadamente a un hilo de 3.2 mm de diámetro (1/8”), una porción pequeña de suelo plástico hasta que su contenido de humedad se reduzca hasta el punto en que el hilo se quiebre y no pueda ser más presionado y enrollado. El contenido de humedad del suelo en este punto se reporta como el límite plástico.

Límite de Contracción (L.C.).- se define como el porciento de humedad con respecto al peso seco de la muestra, con el cual una reducción de agua no ocasiona yadisminución en el volumen del suelo.

Suelos con L.C menor a 5%; suelos buenos.

Suelos con L.C. entre 5% y 10%; suelos regulares.

Suelos con L.C. entre 10% y 15%; suelos pobres.

Suelos con L.C. mayor 15%; suelos muy pobres

9.2.4 CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Un sistema de clasificación de suelos es el agrupamiento de diferentes tipos de suelos con propiedades similares, en grupos y subgrupos, basado en sus aplicaciones. Proporciona un lenguaje común para expresar brevemente las propiedades generales de los suelos. Se basan en propiedades índices tales como granulometría y plasticidad.

Las clasificaciones de suelos usadas actualmente se basan en dos resultados fundamentales.

- ✓ Los del análisis granulométrico
- ✓ Los de los límites de consistencia o límites de Atterberg.

Dichas clasificaciones son: la Clasificación Unificada de Suelos (U.S.C) y la de la AASHTO

9.2.4.1 CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS (U.S.C.)

Este sistema, basado en el análisis granulométrico por mallas y los límites de atterberg, ha sufrido algunos cambios por parte de “Corps of Engineers” de los Estados Unidos y por el “Bureau of Reclamation” de los Estados Unidos, con la finalidad de hacerla de uso más universal.

Este sistema también requiere del conocimiento del contenido de materia orgánica, el cual se determina por medio de inspecciones visuales o por medio del límite líquido. Por medio del límite líquido lo que se hace es medir el límite líquido del suelo seco al aire y el del suelo seco al horno, al cual se le quema la materia orgánica, si la tiene. Si la relación entre el límite líquido del suelo seco en la estufa y el límite líquido del suelo seco al aire es menor que 0.7, se dice que el suelo es orgánico.

Los límites en tamaños de los granos adoptados para la clasificación son los siguientes:

Cascajo grueso (grava gruesa) De 3” a ¾”

Cascajo fino (grava fina) De ¾”·a malla 4

Arena gruesa De malla 4 a malla 10

Arena media De malla 10 a malla 40

Arena fina De malla 40 a malla 200

Finos Menor que malla 200

Con base en esto, como una primera etapa en el uso de este sistema se pueden calcular los porcentajes de gravas, arenas y finos del suelo, de acuerdo con el ensayo de granulometría por mallas. La cantidad de gravas de la muestra se determina como la diferencia entre el 100%, que representa la totalidad del suelo ensayado, y el porcentaje que pasa la malla No. 4, la cantidad de arenas se determina como la diferencia entre el porcentaje que pasa la malla No. 4 y el porcentaje que pasa la malla No. 200 y la cantidad de finos se determina con la cantidad que pasa la malla No. 200.

%Gravas = 100% - %Pasa No. 4

%Arenas = %Pasa No. 4 - %Pasa No. 200

%Finos = %Pasa No. 200

Si más del 50% de las partículas es grava se dice que ese suelo es predominantemente una grava, así contenga arena y finos. Igualmente, si más del 50% de las partículas es arena se dice que ese suelo es predominantemente una arena, así contenga gravas y finos.

Una vez hecho lo anterior, se puede terminar de clasificar el suelo, para lo cual el sistema permite ubicar cada uno de los suelos existentes dentro de algunos de los siguientes 15 grupos de suelos.

GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, SC, ML, CL, OL, MH, CH. OH y Pt

En ellos cada una de las letras tiene el siguiente significado:

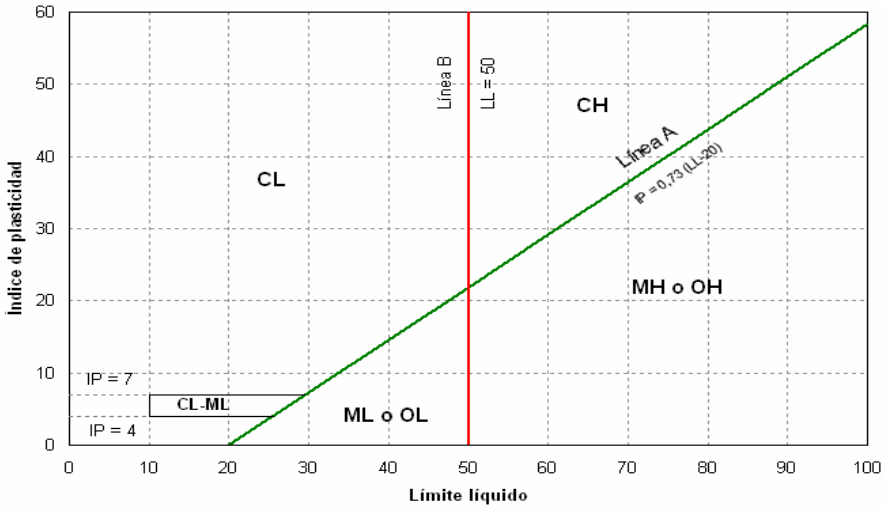
- ✓ G: Grava (del inglés gravel)
- ✓ S: Arena (del inglés sand)
- ✓ M: Limo (del sueco mo)
- ✓ C: Arcillas (del inglés clay)
- ✓ W: Bien gradado (del inglés web)
- ✓ P: Mal o pobremente gradado (del inglés poor)
- ✓ L: Baja plasticidad (del inglés low)
- ✓ H: Alta plasticidad (del inglés high)
- ✓ O: Orgánico (del inglés organic)
- ✓ Pt: Turba (del inglés peat)

La primera letra asignada a cada suelo tiene el carácter de sustantivo y la segunda el carácter de adjetivo.

No hay suelos diferentes que los señalados en la tabla, es decir, no existen suelos MC aunque parezcan ser limos arcillosos. Pero si se asignan símbolos dobles a suelos intermedios entre dos grupos, como son:

GM-GC, GW-GM, GP-GM, GW-GC, GP-GC, SM-SC, SW-SM, SP-SM, SW-SC, SP-SC y el CL-ML.

Para distinguir entre limos y arcillas se emplea el límite líquido y el índice plástico por medio de la Carta de Plasticidad de Casagrande. Esta carta está dividida en cuatro zonas separadas por dos rectas, una llamada Línea A de la cual la ecuación es



IP=0.73 (LL-20) y la línea B de la cual la ecuación es LL=50

.Tabla 5. Carta de plasticidad de Casagrande:

En ella se coloca para cada suelo ensayado un punto, del cual la abscisa representa el límite líquido y la ordenada el índice plástico. En términos generales, los suelos que caen por encima de la Línea A son arcillas (C) y aquellos que caen por debajo de la Línea A son limos (M). Por otro lado, los suelos que quedan situados a la derecha de la Línea B son suelos de alta plasticidad (H) y los suelos que quedan situados a la izquierda de la Línea B son suelos de baja plasticidad (L).

La ecuación dada para la Línea A permite determinar con exactitud cuando un suelo queda muy próximo a ella si se trata de un limo o una arcilla.

También hay una faja comprendida entre el 4% y el 7% del índice plástico en las ordenadas y entre el 10% del límite líquido y la Línea A. En esta franja quedan comprendidos los suelos con doble símbolo CL-ML

9.2.4.2 CLASIFICACIÓN DE LA AASHTO

Este sistema es del Departamento de Caminos Públicos de las Estados Unidos y es uno de los más antiguos en el mundo. Este sistema divide los suelos en grupos de acuerdo con el uso para subrasante de carreteras y terraplenes.

Igual que el Sistema de Clasificación Unificado de Suelos, este sistema está basado en el análisis granulométrico por mallas y los límites de consistencia, sólo que en este caso se requiere conocer no sólo el porcentaje de gravas, finos y arenas sino determinar los porcentajes de suelo más fino que las mallas 10, 40 y 200.

Con base en estos porcentajes y los límites de consistencia permite clasificar los suelos en uno de los siguientes grupos descritos en la tabla 6:

Tabla 6.

Grupo	Nombre	Características
Suelos grueso granulares	A-1-a	Materiales que constan predominantemente de fragmentos de piedra o cascajo, sea con recebo o sin él.
	A-1-b	Materiales que constan predominantemente de arena gruesa (arena que queda retenida en la malla 10), sea con recebo o sin él.
	A-3	El material típico de este grupo es arena fina de playa o arena fina del desierto sin finos limosos ni arcillas o con una pequeña cantidad de finos no plásticos.
	A-2-4 y A-2-5	Gravas o arenas gruesas con contenidos de limo y también arenas finas con contenidos de limo no plástico.
	A-2-6 y A-2-7	Gravas o arenas gruesas con contenidos de limo y también arenas finas con contenidos de finos plásticos.
Suelos fino granulares	A-4	Suelo limoso no plástico o moderadamente plástico. También incluye mezcla de limo con grava y arena pero hasta el 65%.
	A-5	Suelo limoso no plástico o moderadamente plástico. También incluye mezcla de limo con grava y arena pero hasta el 65%. La diferencia con el anterior es que este puede ser mucho más elástico.
	A-6	Arcilla plástica con grava y arena hasta el 65%. Muy expansivos al pasar del estado seco al húmedo.
	A-7-5	Arcilla plástica con grava y arena hasta el 65% pero con alto límite líquido e índice de plasticidad moderado en relación con el límite líquido. Es altamente elástico y expansivo al pasar del estado seco al húmedo.
	A-7-6	Arcilla plástica con grava y arena hasta el 65% pero con alto límite líquido e índice de plasticidad alto en relación con el límite líquido. Es extremadamente elástico y expansivo al pasar del estado seco

La clasificación de los suelos dentro de los grupos A-1-a, A-1-b y A-3 depende directamente de los porcentajes de suelo más fino que las mallas 10, 40 y 200 y de que el índice de plasticidad sea menor del 10%. Para clasificar los suelos dentro de los grupos restantes, se emplea la carta de plasticidad que se muestran en la siguiente tabla 7.

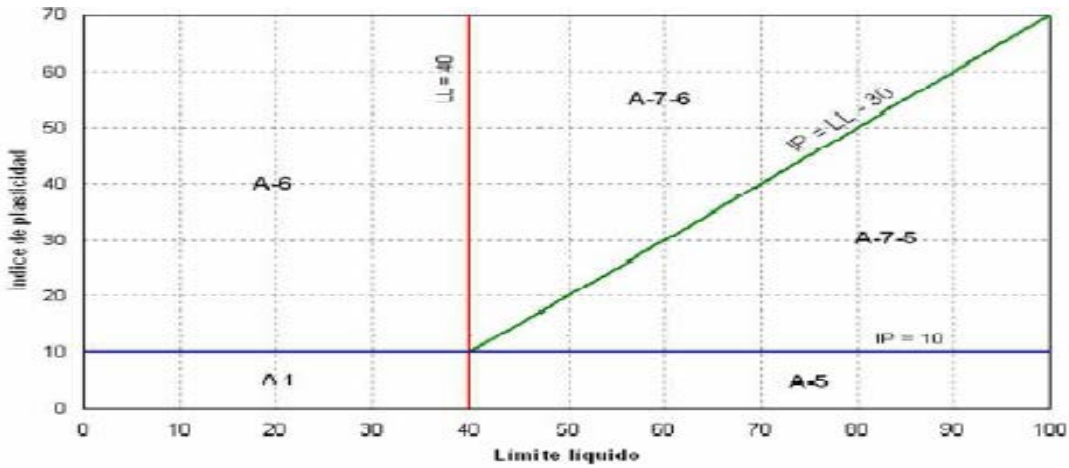


Tabla 7. Carta de plasticidad para el sistema AASHTO

El índice de grupo es un número que se emplea para complementar la clasificación de suelos de la AASHTO de modo que suministra información que permite evaluar la calidad del material dentro de su propio grupo y no ubicarlo dentro de un grupo determinado. Este índice, que se denomina IG se calcula de la siguiente manera:

$$IG = 0.2a+0.005ac+0.01bd$$

En donde a: Porcentaje que pasa la malla 200 – 35% (varia de 0a 40)

b: Porcentaje que pasa la malla 200 – 35% (varia de 0a 40)

c: LL – 40% (varia de 0 a 20)

d: IP -10% (varia de o a 20)

Cuando el valor de alguna de estas variables es menor que 0 se toma igual a 0 y cuando es mayor que 40 o 20, según el caso, se toma igual a 40 o a 20.

Con estas restricciones, los índices de grupo de todos los suelos quedan comprendidos entre 0 y 20. Los valores más altos del índice de grupo indican menor calidad del material como subrasante.

9.2.5 COMPACTACIÓN-MÉTODO PROCTOR MODIFICADO (AASHTO T180-90).

El propósito de un ensayo de compactación en laboratorio es determinar la curva de compactación para una determinada energía de compactación. Esta curva considera en abscisas el contenido de humedad y en ordenadas la densidad seca. A partir de

ella, se podrá obtener la humedad llamada óptima que es la que corresponde a la densidad máxima.

Con estos resultados se podrá determinar la cantidad de agua de amasado a usar cuando se compacta el suelo en terreno para obtener la máxima densidad seca para una determinada energía de compactación. Para cumplir este propósito, un ensayo de laboratorio debe considerar un tipo de compactación similar a la desarrollada en terreno con los equipos de compactación a especificar.

El agua juega un papel importante, especialmente en los suelos finos. Hay que hacer notar que cuando hablamos en este párrafo de suelos finos, no estamos refiriéndonos a suelos quecontengan más de un 50% de finos, sino a la fracción fina que controla estecomportamiento. Esta fracción fina, que puede ser para gravas sobre un 8% y para arenas sobre un 12% (Holtz 1973), lleva a limitar el uso de la densidad relativa y, por lo tanto, obliga a su remplazo por el ensayo de compactación.

El agua en poca cantidad, se encuentra en forma capilar produciendo tensiones decompresión entre las partículas constituyentes del suelo que llevan a la formación degrumos difíciles de desintegrar y que terminan por dificultar la compactación.

Mirado desde un punto de vista físico-químico, se produce una tendencia a la floculación entre laspartículas arcillosas, lo que produce uniones entre partículas difíciles de romper. El aumento del contenido de humedad hace disminuir la tensión capilar – y a nivel físico-químicofacilita la separación de las partículas - haciendo

que una misma energía decompactación produzca mejores resultados en el grado de consistencia del suelo representado por un menor índice de vacíos y un mayor peso unitario seco. Si por otra parte, el agua pasa a existir en una cantidad excesiva antes de iniciar la compactación, ella dificultará el desplazamiento de las partículas de suelo – debido a la baja permeabilidad del suelo y por ende a la dificultad de su eliminación - produciendo una disminución en la eficiencia de la compactación. En consecuencia, existirá para un determinado suelo fino y para una determinada energía de compactación, una humedad óptima para la cual esta energía de compactación producirá un material con densidad seca máxima.

Al compactar un suelo se persigue lo siguiente:

(a) disminuir futuros asentamientos.

(b) aumentar la resistencia al corte.

(c) disminuir la permeabilidad.

Para asegurar una compactación adecuada deben realizarse canchas de prueba en terrenoque permitirán definir los equipos de compactación más adecuados para esos materiales, losespesores de capa y número de pasadas del equipo seleccionado para cumplir con lasespecificaciones técnicas de densidad seca. El control de la obra final se realizará a travésde determinaciones de los parámetros densidad seca y humedad de compactación de losrellenos colocados.

Las especificaciones para la compactación en terreno exigen la obtención de una densidad mínima que es un porcentaje de la densidad máxima secaobtenida en el

laboratorio. Una práctica común para numerosas obras es exigir a lo menos el 95% del Proctor Modificado.

El ensaye de Proctor modificado se crea al crearse también equipos compactadoresmás pesados que se usan en la pavimentación de carreteras y aeropuertos.

Especificaciones para el ensayo Proctor Modificado (basadas en la norma 1557-91 de la ASTM)

Tabla 8.

CONCEPTO	METODO			
	A	B	C	D
Diámetro del molde (cm)	10.16	15.24	10.16	15.24
Volumen del molde (cm^3)	943.3	2124.0	943.3	2124.0
Peso del martillo o pisón (Kg)	4.54	4.54	4.54	4.54
Altura de caída del martillo (cm)	45.7	45.7	45.7	45.7
Numero de golpes del pisón por cada capa	25	56	25	56
Numero de capas de compactación	5	5	5	5
Energía de compactación (Kg-cm/cm^3)	16.49	16.42	16.49	16.42
Suelo por usarse Pasa por	100% tamiz No.4	100% tamiz 3/8"	El 20% retiene No.4	Pasa 100 tamiz ¾"

9.2.6 VALOR RELATIVO SOPORTE O RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

El ensaye de valor relativo soporte, se emplea en la caracterización de la resistencia del material de cimiento de una vía o de los diferentes materiales que se emplearan en un pavimento, con vista a dimensionar los espesores de los suelos que formaran parte del mismo empleando el método de diseño de pavimentos basado en dicho ensayo.

El C.B.R. se determina como la relación en porcentaje entre la fuerza utilizada para la penetración de 0.25 cm (0.1 pulgada) con un vástago de 19.35 cm2 (3 pulg↓2) de área con una velocidad de penetración de 1.27 mm/minutos (0.05 pulg/min) y la fuerza ejercida en un material patrón (piedra triturada) para esa misma penetración.

El ensayo mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, permitiendo obtener un (%) de la relación de soporte.

El (%) CBR, está definido como la fuerza requerida para que un pistón normalizado penetre a una profundidad determinada, expresada en porcentaje de fuerza necesaria para que el pistón penetre a esa misma profundidad y con igual velocidad, en una probeta normalizada constituida por una muestra patrón de material chancado.

La expresión que define al CBR, es la siguiente:

$$C.B.R = \frac{c\arg a\ unitaria\ del\ ensayo}{c\arg a\ unitaria\ \ patrón} x100$$

De esta ecuación se puede ver que el número CBR es un porcentaje de la carga unitaria patrón, el símbolo porcentaje se quita y la relación se presenta simplemente por el número entero.

Los valores de la carga unitaria patrón que deben utilizarse en la ecuación están en la tabla 8:

Tabla 8. Valores de la carga unitaria patrón para el ensayo C.B.R

PENETRACION			CARGA UNITARIA PATRON		
Milímetros (mm)	Centímetros (cm)	Pulgadas (Pulg.)	Kilogramos/cm² (Kg/cm²)	MPa	PSI
2.5	0.25	0.10	70.31	6.9	1,000
5.0	0.50	0.20	105.46	10.3	1,500
7.5	0.75	0.30	133.58	13.0	1,900
10.0	0.10	0.40	161.71	16.0	2,300
12.7	1.27	0.50	182.80	18.0	2,600

El CBR se define para la penetración de 0.25 cm (0.1pulg.) disminuyendo generalmente el valor de la relación entre la fuerza ejercida por el vástago y la correspondiente fuerza patrón a medida que la penetraciones aumentan, aunque en ocasionalmente la magnitud de dicha relación es mayor para 0.50 cm. de penetración, caso en que se adopta el valor de CBR determinado para dicha penetración.

El C.B.R de la carga patrón (piedra triturada) será de 100%. Un material cualquiera que tenga un C.B.R. de 50%, tiene la mitad de la capacidad soporte de la roca triturada.

Por lo general el C.B.R, se usara para el diseño de pavimentos, que corresponde a una penetración de 2.5 milímetros en un material compactado a la humedad optima y densidad máxima, saturando la muestra durante noventa y seis horas (cuatro días).

9.2.7 ESPECIFICACIONES PARA SUBRASANTE, SUBBASE Y BASE.

9.2.7.1 SUBRASANTE

Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto.

Esta capa puede estar formada en corte o relleno y una vez compactada debe tener las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos finales de diseño.

El espesor de pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la subrasante, por lo que esta debe cumplir con los requisitos de resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la expansión y contracción por efectos de la humedad, por consiguiente, el diseño de un pavimento es esencialmente el ajuste de la carga de diseño por rueda a la capacidad de la subrasante.

9.2.7.2 SUBBASE

Es la capa de material seleccionado que se coloca encima de la subrasante destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de la rodadura de pavimento, de tal manera que la capa de

subrasante la pueda soportar absorbiendo las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la subbase.

La subbase debe controlar los cambios de volumen y elasticidad que serían dañinos para el pavimento.

El material de la subbase debe ser seleccionada y tener mayor capacidad que el terreno de fundación compactado, este material puede ser grava, arena, grava o granzón escoria de los altos hornos y residuos de material de cantera.En algunos casos es posible emplear para la subbase material de la subrasante mezclado con granzón, cemento, etcétera.

El material ha de tener las características de un suelo A1 o A2 aproximadamente. Los agregados que se deben emplear deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 50%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles y la porción que pase el tamiz Nº 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25.

La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%. (Especificaciones MOP, Cap. 400).

El Manual de Diseño MOP-001- F-2002. TOMO I, indica que la subbase debe cumplir con las siguientes especificaciones:

Tabla 9. Especificaciones Generales para Sub-bases

CBR	> 30%	Pasante del Tamiz 40	
Desgaste a la abrasión de los Ángeles	<50%	**Índice Plástico IP**	<6%
		Límite Líquido	<25%

Manual de Diseño MOP-001- F-2002. TOMO I

Según el Manual MOP-001- F-2002, TOMO I, las Subbases son de 3 clases, el uso está sujeto a obligación contractual. A continuación sus características:

Tabla 10. Granulometrías para las diferentes clases de Sub-bases

TAMIZ	**% Pasante a través de los tamices**		
	CLASE 1	***CLASE 2***	***CLASE 3***
3" (76.2 mm)	-	-	100
2" (50.4 mm)	-	100	-
11/2 (38.1 mm)	100	70-100	-
Nº 4 (4.75 mm)	30-70	30-70	30-70
Nº 40 (0,425 mm)	10-35	15-40	-
Nº 200 (0,075 mm)	0-15	0-20	0-20

Fuente: Manual de Diseño MOP-001- F-2002. TOMO I

9.2.7.3 BASE

Es la capa que recibe la mayor parte de los esfuerzos producidos por la carga de los vehículos y además de repartir uniformemente estos esfuerzos a la subbase y terreno de fundación. La carpeta es colocada sobre de ella porque la capacidad de carga del material friccionante es baja en la superficie por falta de confinamiento.

Las bases pueden ser granulares o bien estar formadas por mezclas bituminosas o mezclas estabilizadas con cemento u otro material ligante, para poder resistir las cargas del tránsito sin deformarse y además de transmitirlas en forma adecuada a las capas inferiores.

El valor cementante en una base es indispensable para proporcionar una sustentación adecuada a las carpetas asfálticas delgadas. En caso contrario, cuando las bases se construyen con materiales inertes y se comienza a transitar por la carretera, los vehículos provocan deformaciones transversales.

El material que se utilice en la construcción será cumpliendo siempre con los requisitos establecidos en las especificaciones técnicas.

En el caso de la granulometría, no es estrictamente necesario que los granos tengan una forma semejante a la que marcan las fronteras de las zonas, siendo de mayor importancia que el material tenga un VRS (valor relativo de soporte) y una plasticidad mínima; además se recomienda no compactar materiales en las bases que tengan una humedad igual o mayor que su límite plástico.

El Manual de Diseño MOP-001- F-2002. TOMO I, indica que el material pétreo que se emplea en la base, debe llenar los siguientes requisitos:

Tabla 11. Especificaciones Generales para Bases

CBR	> 80%		Pasante del Tamiz 40	
Desgaste a la abrasión de los Ángeles	<40%		Índice Plástico IP	<6%
			Límite Líquido	<25%

Fuente: Manual de Diseño MOP-001- F-2002. TOMO I

Según el MOP-001- F-2002. TOMO I las granulometrías para las distintas clases de Bases son:

Tabla 12. Granulometrías para las diferentes clases de Bases

TAMIZ	% Pasante de los tamices cuadrados				
	CLASE 1		CLASE 2	CLASE 3	CLASE 4
	A	B			
2" (50.4 mm)	100	-	-	-	100
11/2 (38.1 mm)	70-100	100	-	-	-
1" (25,4 mm)	55-85	70-100	100	-	60-90
3/4" (19,0 mm)	50-80	60-90	70-100	100	-
3/8" (9.5 mm)	35-60	45-75	50-80	-	-
Nº 4 (4.75 mm)	25-50	30-60	35-65	45-80	20-50
Nº 10 (2,00 mm)	20-40	20-50	25-50	30-60	-
Nº 40 (0,425 mm)	10-25	10-25	15-30	20-35	-
Nº 200 (0,075 mm)	2-12	2-12	3-15	3-15	0-15

Fuente: Manual de Diseño MOP-001- F-2002. TOMO I

9.3 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN.

9.3.1 ENSAYO DE SUELO SUBRASANTE

9.3.1.1 TOMA DE MUESTRAS DE LA SUBRASANTE

El alcance de los objetivos se logró con la recopilación de las muestras de suelos, para el respectivo estudio de suelo de las calles de la Comuna Sancan, el cual nos dio el prototipo para establecer el tipo de subrasante que tiene mencionado sector.

Para este estudio se ubicaron 3perforaciones,ubicada de manera estratégica de acuerdo a la información dada por los pobladores, siendo estas sectorizadas,(Sector-1 sector-2 sector-3); las cuales las ejecutamos a mano, utilizando para ello unabre hoyo y un barreno, retirando previamente una pequeña capa de 7cm de otro material colocado para evitar el lodo en invierno, se hizo el hoyo tomando muestras a una profundidad de 1.0m presentándose sus características de formas muy homogéneas.

En el **Cuadro No. 1** presentamos un resumen de los datos de materiales de la subrasante. Los ensayos de laboratorio se encuentran en los anexos.

CUADRO No.1: Resumen de datos de material de subrasante

SUELOS: COMUNA SANCAN

CANTON: JIPIJAPA

LAB	CAMPO	SECTOR	GRANULOMETRIA (% QUE PASA)				LL
			4	10	50	200	
1	SR: 1.00	1	42.03	91.36	92.06	94.94	36.90
2	SR: 1.00	2	52.40	87.89	78.28	84.94	37.82
3	SR: 1.00	3	69.88	94.12	82.11	88.78	36.20

	LP	IP	DENSIDAD MAXIMA	HUMEDAD OPTIMA	CBR	CLASIFICACION	
						ASSTHO	SUCS
	30.00	6.9	1274	26.28	1.89	A-1-b	ML
	31.88	5.94	1298	26.53	2.03	A-1-b	ML
	31.02	5.18	1345	26.01	1.92	A-1-b	ML

9.3.2 ENSAYOS DE SUELO SUBBASE

Es la capa de la estructura del pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad de cargas aplicadas a la superficie de rodadura del pavimento. Debe controlar los cambios de volumen y elasticidad pueden causar daños al pavimento.

Se coloca sobre la subrasante y antes de la capa de base, sirviendo como material de transición en los pavimentos.

ENSAYO DE C.B.R

LOCALIZ.	
MUESTRA N°	
PROFUNDIDAD	
REALIZADO POR	
CALCULO	

TIPODE MUESTRA:	
CLASE DE SUELO:	SUBBASE CLASE III
SOBRE CARGA:	10 lbs.
FECHA DE ENSAYO:	

ESPONJAMIENTO

DÍA Y MES	HORA	Tiempos transcurridos Días	MOLDE #1				DÍA Y MES	HORA	Tiempos transcurridos Días	MOLDE #2				DÍA Y MES	HORA	Tiempos transcurrido Días	MOLDE #3			
			lectura Dial mm	Lectura muestra mm	ESPONJAMIENTO					lectura Dial mm	Lectura muestra mm	ESPONJAMIENTO					lectura Dial mm	Lectura muestra mm	ESPONJAMIENTO	
					Pulg.	%						Pulg.	%						Pulg.	%
		0		115					0		115					0		115		
		1							1							1				
22		2	0						2	0						2	0			
23		3	0.51		0.440				3	0.8		0.7				3	0.9		0.78	
24		4	0.64		0.560				4	0.82		0.71				4	0.95		0.83	
25		5	0.64		0.560				5	0.82		0.71				5	0.95		0.83	
		6							6							6				
		7							7							7				

ANILLO # 18264

CONSTANTE: 2,54777 LBS/Pulg 2

PENETRACION

TIEMPO		Penetracion Pulg	MOLDE #1					Valores C.B.R.	MOLDE #2					Valores C.B.R.	MOLDE #3					Valores C.B.R.
Seg	Min		Carga		Presiones lbs	Presiones corrgs lbsa	Presión estandar		Carga		Presiones lbs	Presiones corrgs lbsa	Presión estandar		Carga		Presiones lbs	Presiones corrgs lbsa	Presión estandar	
			Dial	Lbs	Pulg-2	Pulg-2	Pulg-2		Dial	Lbs	Pulg-2	Pulg-2	Pulg-2		Dial	Lbs	Pulg-2	Pulg-2	Pulg-2	
		0																		
		25	88		106				15		18				15		18			
		50	208		251				71		86				71		86			
		75	319		389				140		169				138		167			
		100	425		**522**	**540**	**1000**	**54**	203		**245**	**320**	**1000**	**32**	164		**198**	**240**	**1000**	**24.00**
		150	572		705				323		394				225		272			
		200	674		831				374		458				276		335			
		250	760		937				404		495				298		362			
		300	856		1053				432		530				321		391			
		400	969		1189				465		572				353		431			
		500	1062		1305				506		623				372		455			

ENSAYO DE C.B.R				
	TRAMO:			
	LOCALIZ.			
	MUESTRA N°		TIPODE MUESTRA:	
	PROFUNDIDAD		CLASE DE SUELO:	
	REALIZADO POR		SOBRE CARGA:	10 lbs.
	CALCULO		FECHA DE ENSAYO:	

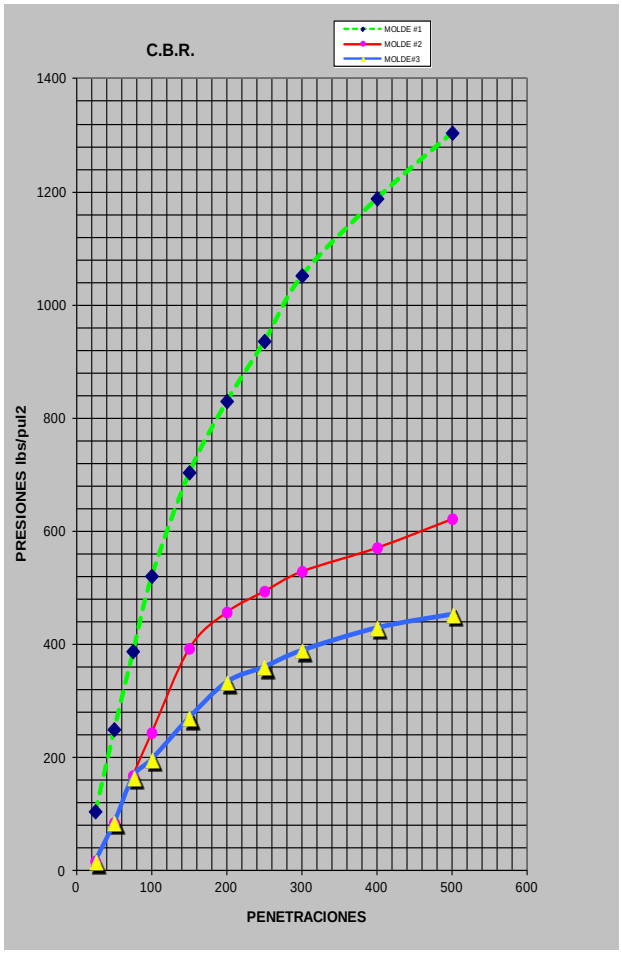
ENSAYO DE CBR

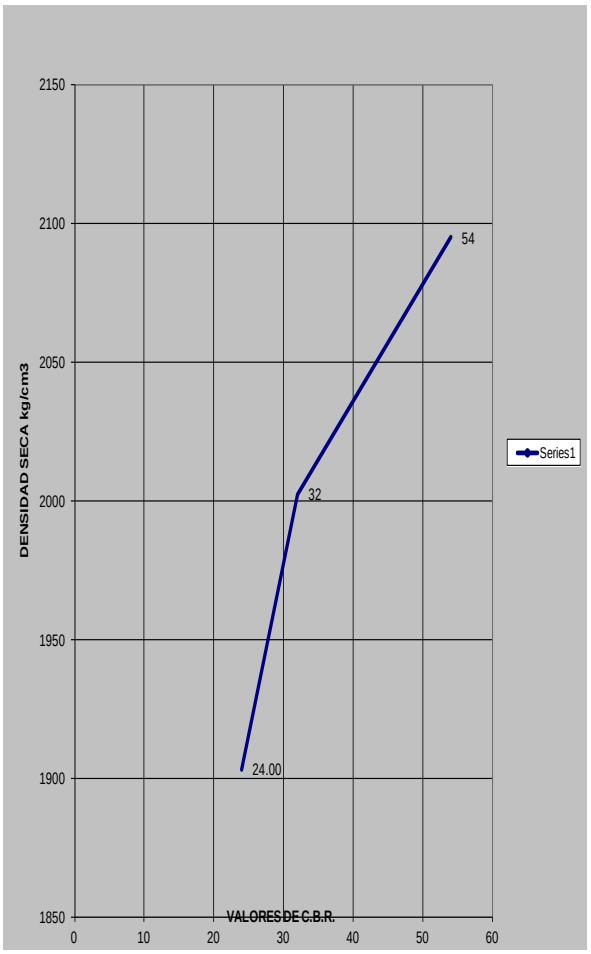
DENSIDAD

MOLDE n°	1		2		3	
NUMERO DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56		26		12	
	antes del remojo	despues del remojo	antes del remojo	despues del remojo	antes del remojo	despues del remojo
PESO MUESTRA HUMEDAD MOLDE g	12711	12820	11784	11861	12478	12595
PESO MOLDE Gr	7970	7970	7220	7220	8020	8020
PESO MUESTRA HÚMEDA Gr	4741	4850	4564	4641	4458	4575
VOLUMEN DE LA MUESTRA cm3	2032	2032	2032	2032	2087	2087
DENSIDAD HÚMEDA gr /Cm3	2333	2387	2246	2284	2136	2192
DENSIDAD SECA gr /cm3	2080	2110	2000	2005	1900	1907

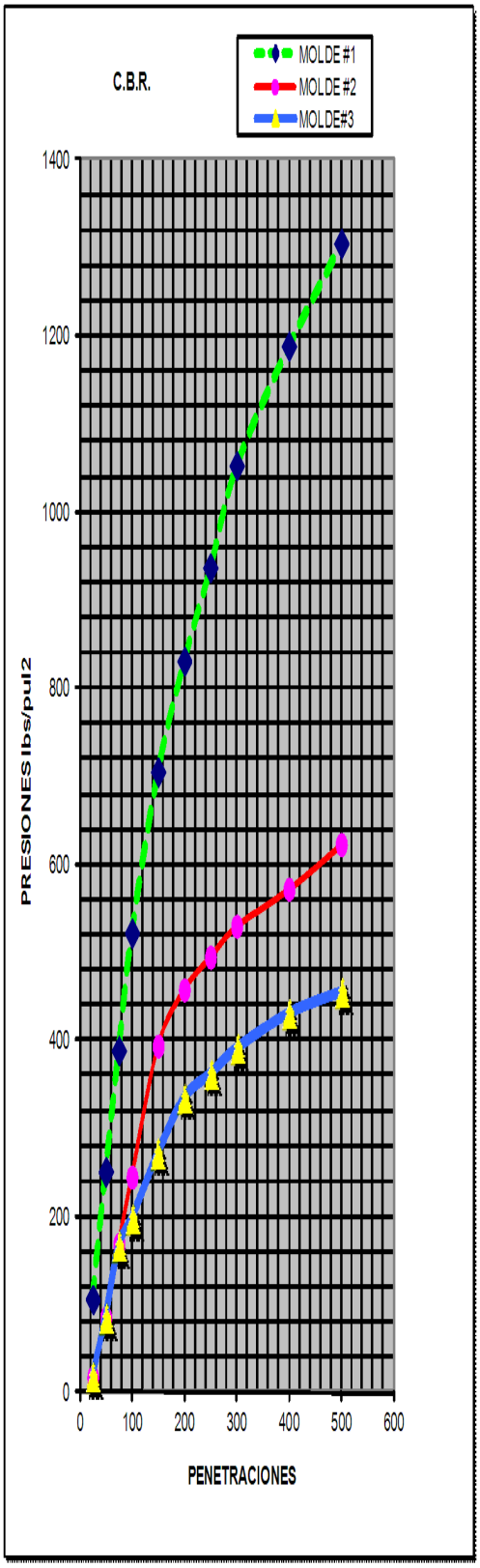
CONTENIDO DE AGUA

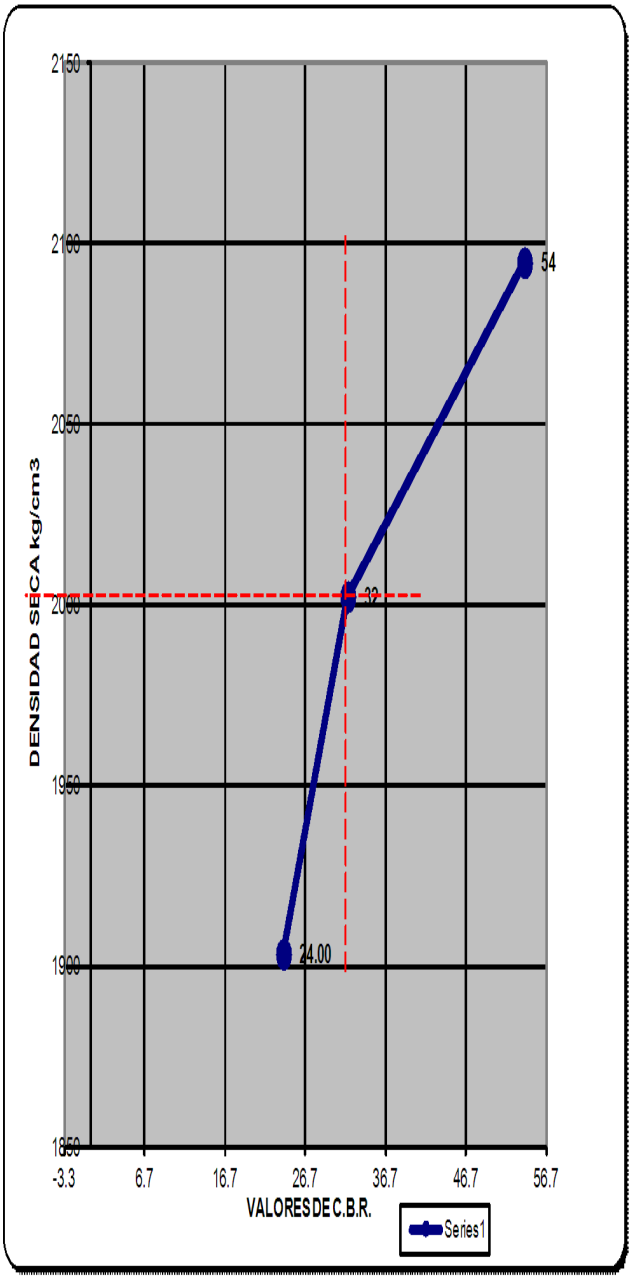
TARRO n°	18	16	10	4	7	6	16	8	10	4	6	9
PESO MUESTRA HÚMEDA TARRO G	94.91	91.67	92.76	89.02	98.68	100.98	94.96	91.88	90.92	91.28	115.3	102.82
PESO MUESTRA SECA TARRO G	85.90	83.05	83.27	80.23	89.40	91.10	84.84	82.09	82.4	82.41	101.95	91.05
PESO AGUA Gr												
PESO TARRO G	12.02	11.90	12.42	11.97	12.42	12.40	11.9	12.02	12.42	11.97	12.47	12.42
PESO MUESTRA SECA Gr												
CONTENIDO DE HUMEDAD %	12.20	12.12	13.39	12.88	12.06	12.55	13.87	13.97	12.25	12.59	14.92	14.97
PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD %	12.16		13.14		12.30		13.92		12.42		14.95	
AGUA ABSORVIDA %												





GRAFICAS DEL C.B.R.





VALOR C.B.R = 32 % AL 95 % DE LA DENSIDAD MÁXIMA

9.3.3 ENSAYOS DE SUELO BASE

Este trabajo consistirá en la construcción de capa de bases compuestas por agregados triturados total o parcialmente o cribados, estabilizados con agregado fino procedente de la trituración, o suelos finos seleccionados, o ambos. La capa de base se colocará sobre una sub-base terminada y aprobada, y de acuerdo con los alineamientos, pendientes y sección transversal establecida en los planos o en las disposiciones especiales.

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO / SIEVE TEST

Proyecto / Project: HOLCIM - CHORRILLO

Localización / Site: MONTECIRSTI

Contratista:

Material: BASE CLASE I-A

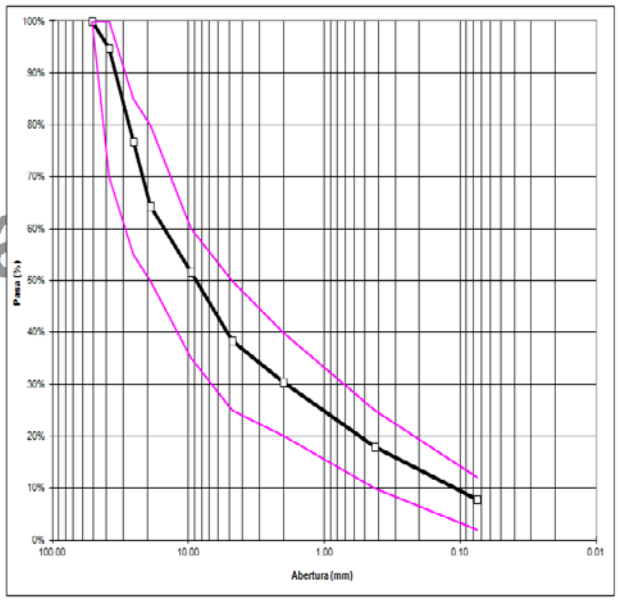
Muestra N° / Sample N°: 1

Fecha / Date:

Ensayado / Performed by:

Calculado / Calculate by:

Tamiz N°	Abertura (mm)	Porcentaje retenido acumulado	Porcentaje retenido	Porcentaje pasado	Porcentaje especificación
SERIE GRUESA					
3	76.200	-			
2	50.800	0	0.00%	100.00%	100
1 1/2	38.100	958	5.23%	94.77%	70-100
1	25.400	4,265	23.29%	76.71%	55-85
3/4	19.050	6,525	35.63%	64.37%	50-80
1/2	12.700	-			
3/8	9.525	8,858	48.37%	51.63%	35-60
N° 4	4.750	11,288	61.64%	38.36%	25-50
Pasa N° 4		7,025	38.36%		
SERIE FINA					
N° 4	4.750	-			
8	2.380	-			
10	2.000	103	7.90%	30.46%	20-40
16	1.180	-			
20	0.840	-			
30	0.600	-			
40	0.425	265	20.33%	18.03%	10-25
50	0.300	-			
80	0.250	-			
100	0.150	-			
200	0.075	398	30.54%	7.83%	2-12
Pasa 200		102	7.83%		
Total		18313			



Peso inicial: 18,313 gr

Peso lavado: 500 gr

Proyecto / Project: HOLCIM - CHORRILLO

Material: BASE CLASE 1-A
Localización / Site: MONTECRISTI
Fecha / Date:
Ensayado / Performed by:

LIMITE LIQUIDO

GOLPES	8	6	4	2
Peso muestra húmeda + vasija gr.	23.80	20.21	31.77	23.55
Peso muestra seca + vasija gr.	20.50	17.56	26.80	19.95
Peso vasija gr.	5.92	6.20	6.20	6.02
Peso muestra seca gr.	14.58	11.36	20.60	13.93
Peso perdido gr.	3.30	2.65	4.97	3.60
% de humedad	22.63	23.33	24.13	25.84

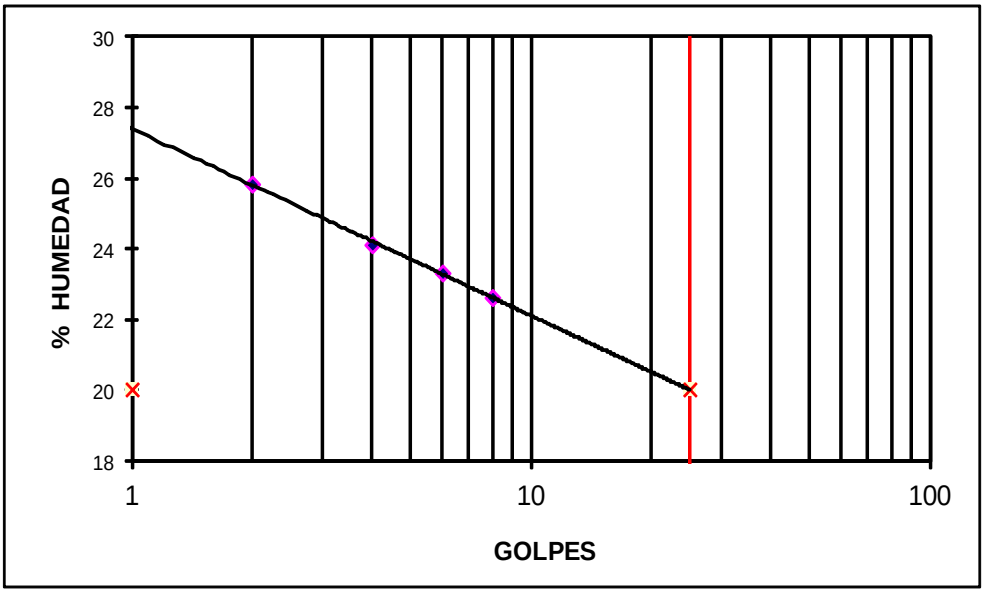
LIMITE PLÁSTICO

Peso muestra húmeda + vasija gr.	9.30	9.60
peso muestra seca + vasija gr.	8.40	8.70
Peso vasija gr.	3.60	3.80
Peso muestra seca gr.	4.80	4.90
Peso perdido gr.	0.90	0.90
% de humedad	18.75	18.37

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Limite liquido:	20.03 %
Limite plástico:	18.56 %
Índice plástico:	1.47 %

CLASIFICACIONES Casa grande:
A.A.F.:



OBSERVACIONES:

Proyecto / Project: HOLCIM - CHORRILLO

Localización / Site: MONTECRISTI Fecha / Date: 29/01/20011

Material / : BASE CLASE 1-A Calculado / Calculate by: J.C

Datos / Datas

Muestra No. / Specimen No.	1		2		3	
Número de capa / Number of layers	5		5		5	
Golpes por capa / Blows per layer	56		26		12	
Condición / Condition	Antes saturada / Before saturate	Después saturada / After saturate	Antes saturada / Before saturate	Después saturada / After saturate	Antes saturada / Before saturate	Después saturada / After saturate
Peso molde+suelo / Can weight+soil (gr)	13,236	13,241	12,384	12,394	11,988	11,995
Peso molde / Can weight (gr)	8,175	8,175	7,500	7,500	7,163	7163
Peso suelo / Soil weight (gr)	5,061	5,066	4,884	4,894	4,825	4,832
Humedad promedio / Average moisture (%)	11.65%	11.93%	11.68%	12.17%	11.65%	12.96%
Volúmen / Volume	2,111	2,111	2,070	2,070	2,074	2074
Densidad húmeda / Wet density (gr/cm^3)	2.397	2.400	2.359	2.364	2.326	2.330
Densidad seca / Dry density (gr/cm^3)	2.147	2.144	2.113	2.108	2.084	2.063

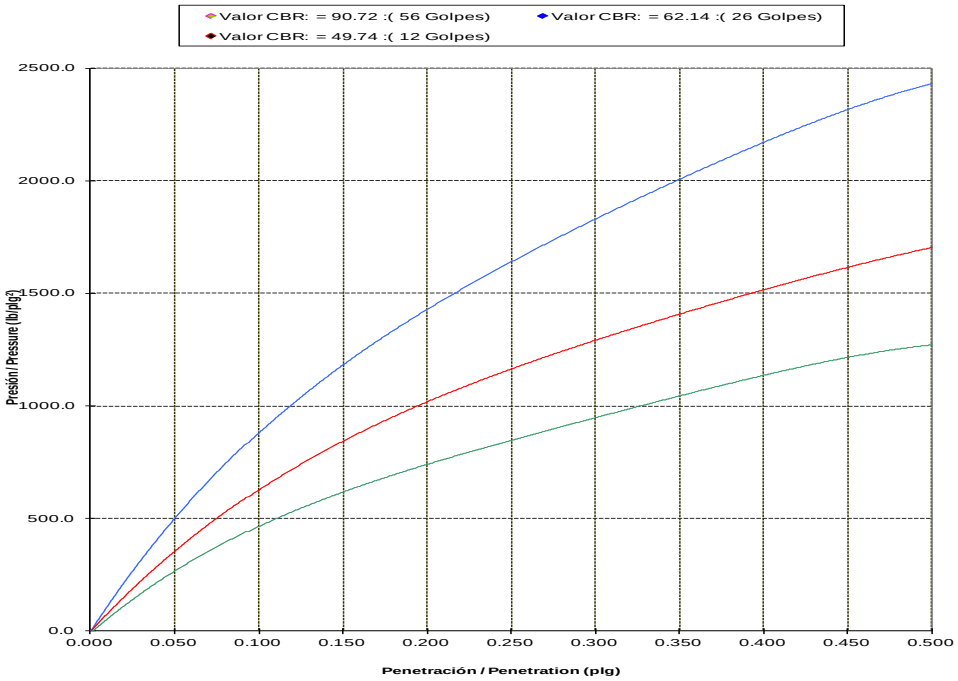
Contenido de agua / Moisture

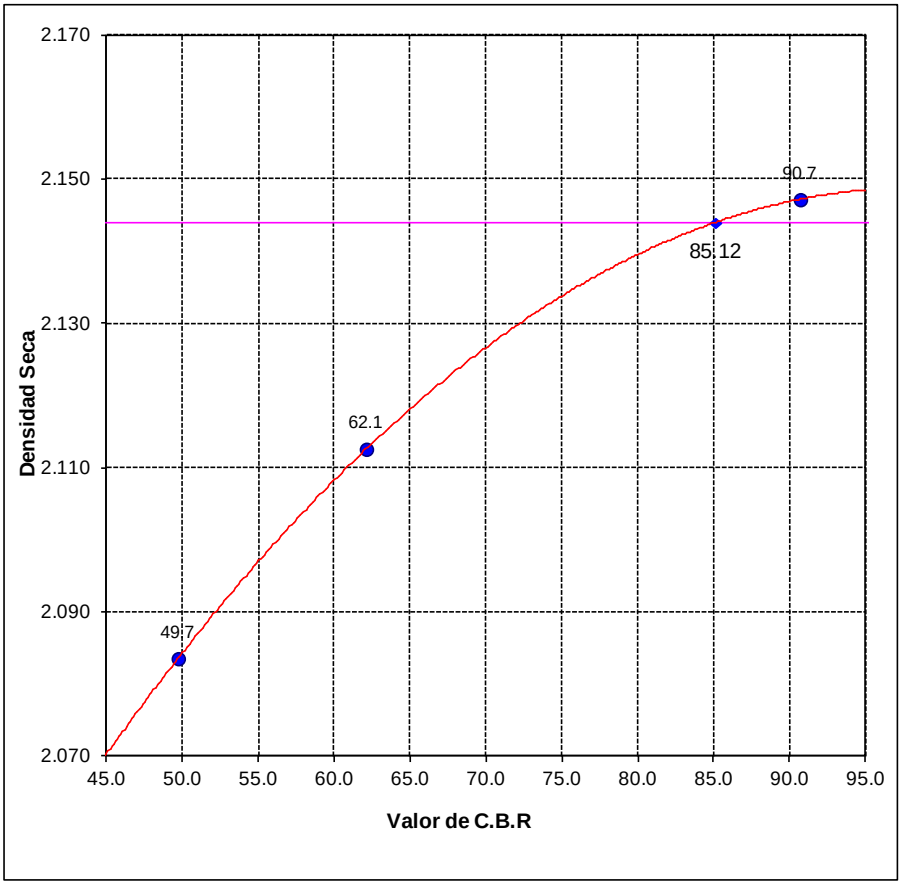
Muestra No. / Specimen No.	1				2				3			
Ubicación / Position	Arriba / Top	Abajo / Bottom	Arriba / Top	Abajo / Bottom	Arriba / Top	Abajo / Bottom	Arriba / Top	Abajo / Bottom	Arriba / Top	Abajo / Bottom	Arriba / Top	Abajo / Bottom
Recipiente número / Cap number	1	9	9	7	14	17	19	3	9	7	10	20
Tara+suelo húmedo / Can+wet soil (gr)	105.60	99.00	82.90	80.96	78.95	74.30	90.50	86.56	76.92	70.40	79.50	76.70
Tara+suelo seco / Can+dry soil (gr)	95.21	89.32	75.36	73.65	72.00	67.81	82.10	78.45	70.36	64.15	71.56	69.54
Peso tara / Can weight (gr)	6.05	6.25	12.15	12.42	12.40	12.35	12.50	12.33	12.40	12.02	12.42	12.20
Contenido de agua / Moisture (%)	11.65%	11.65%	11.93%	11.94%	11.66%	11.70%	12.07%	12.27%	11.32%	11.99%	13.43%	12.49%
Humedad promedio / Average moisture (%)	11.65%		11.93%		11.68%		12.17%		11.65%		12.96%	

Porcentaje agua absorbida / Percentage water absorbed

Muestra No. / Specimen No.	1	2	3
Peso molde+suelo después saturado / Can weight+soil before saturate (gr)	13,241	12,394	11995
Peso molde+suelo antes saturación / Can weight+soil after saturate (gr)	13,236	12,384	11988
Peso agua absorbida / Weight water absorbed (gr)	5	10	7
Porcentaje agua absorbida / Percentage water absorbed (%)	0.10%	0.20%	0.15%

LABORATORIO


Valor CBR: = 90.72 :(56 Golpes)
Valor CBR: = 62.14 :(26 Golpes)
Valor CBR: = 49.74 :(12 Golpes)
Presión / Pressure (lb/plg2)
2500.0
2000.0
1500.0
1000.0
500.0
0.0
0.000
0.050
0.100
0.150
0.200
0.250
0.300
0.350
0.400
0.450
0.500
Penetración / Penetration (plg)


Densidad Seca
2.170
2.150
2.130
2.110
2.090
2.070
45.0
50.0
55.0
60.0
65.0
70.0
75.0
80.0
85.0
90.0
95.0
Valor de C.B.R
90.7
85.12
62.1
49.7

Datos de esponjamiento / Datas of swelling													
Fecha / Date	Tiempo días / Time days	Muestra Nº / Specimen Nº: 1				Muestra Nº / Specimen Nº: 2				Muestra Nº / Specimen Nº: 3			
		Altura muestra	Dial (mm x10^{-2})	Esponjamiento / Swelling		Altura muestra	Dial (mm x10^{-2})	Esponjamiento / Swelling		Altura muestra	Dial (mm x10^{-2})	Esponjamiento / Swelling	
				mm	%			mm	%			mm	%
23-ene-08	13:00	115	0			115	0			115	0		
24-ene-08	13:00		1	0.01	0.01%		2	0.02	0.02%		2	0.02	0.02%
25-ene-08	13:00		2	0.02	0.02%		2	0.02	0.02%		3	0.03	0.03%
26-ene-08	13:00		2	0.02	0.02%		2	0.02	0.02%		3	0.03	0.03%

Datos ensayo de penetración / Datas of penetration test														
Penetración / Penetration		Carga tipo / Load type (lb/plg2)	Muestra Nº / Specimen Nº: 1				Muestra Nº / Specimen Nº: 2				Muestra Nº / Specimen Nº: 3			
Pulg.	mm.		Dial	(lb/plg^2)	CBR Corregido / Correct CBR		Dial	(lb/plg^2)	CBR Corregido / Correct CBR		Dial	(lb/plg^2)	CBR Corregido / Correct CBR	
0.000			0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.025	0.635		201	243.1			155	187.5			98	118.5		
0.050	1.270		422	518.8			268	325.3			219	264.9		
0.075	1.905		545	672.2			424	521.3			300	365.5		
0.100	2.540	1,000	735	907.2	90.72	90.72	504	621.4	62.14	62.14	405	497.4	49.74	49.74
0.150	3.810		960	1179.5			687	848.4			483	595.3		
0.200	5.080		1152	1418.7	94.58		831	1023.4	68.22		610	752.8	50.19	
0.250	6.350		1347	1650.1			945	1161.3			675	833.5		
0.300	7.620		1497	1827.8	96.20		1045	1285.4	67.65		777	958.0	50.42	
0.400	10.160		1780	2170.1	94.35		1236	1520.1	66.09		922	1133.4	49.28	
0.500	12.700		1998	2430.6	93.48		1391	1701.6	65.45		1033	1270.4	48.86	

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MATERIAL: BASE CLASE 1-A
LUGAR: MONTECRISTI
OBRA: HOLCIM - CHORRILLO

FECHA: 1-ago-12
MOLDE: 6"
VOLUMEN: 2050 cm^3
PESO: 5619 gr.

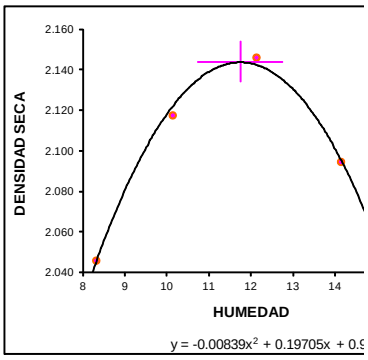
MÉTODO DE ENSAYO: AASHTO T-180-D
GOLPE POR CAPA: 56
NUMERO DE CAPAS: 5
PESO MARTILLO: 10 lbs.
ALTURA CAÍDA: 18"

REALIZADO POR :

MÁX.. DENS : 2.144 gr./cm^3
HUM. OPT. : 11.74%

DATOS PARA LA CURVA					
MUESTRA N.	1	2	3	4	5
P.molde + suelo (gr.)	10162	10400	10552	10520	
peso molde (gr.)	5619	5619	5619	5619	
peso suelo (gr.)	4543	4781	4933	4901	
Cont. Prom. Agua %	8.31	10.13	12.12	14.13	
dens. Humee (gr./cm^3)	2.216	2.332	2.406	2.391	
dens. Seca (gr./cm^3)	2.046	2.118	2.146	2.095	

CONTENIDO DE AGUA										
recipiente tara										
tara + suelo H.(gr.)	37.15	39.35	22.15	23.95	85.42	83.22	88.75	91.11		
tara + suelo S.(gr.)	35.10	36.45	20.68	22.30	76.70	75.00	78.15	80.95		
peso tara (gr.)	6.25	5.97	6.20	5.97	5.97	5.97	6.04	6.01		
contenido de agua	7.11	9.51	10.15	10.10	12.33	11.91	14.70	13.56		
cont. prom. Agua %	8.31		10.13		12.12		14.13			



OBSERVACIONES :

10. PRESUPUESTO

UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABI

PROYECTO: REHABILITACION DE LAS CALLES DE LA COMUNA SANCAN DEL CANTON JIPIJAPA

PRESUPUESTO REFERENCIAL						
NUM.	**DESCRIPCION**	**U**	**CANTIDAD**	**P. U.**	**P. TOTAL**	**%**
1	REPLANTEO Y NIVELACION	m2	140,493.05	0.84	118,014.16	4.27%
2	EXCAVACION Y DESALOJO DE SUELO NATURAL (dist 2 km)	m3	38,029.28	5.72	217,527.48	7.87%
3	RELLENO CON MATERIAL DE EXCAVACION	m3	13,748.17	3.74	51,418.16	1.86%
4	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CEMENTO	m3	21,073.96	4.14	87,246.18	3.16%
5	RELLENO DE LASTRE BAJO ACERAS ,BORDILLOS Y MURO INT.	m3	4,950.71	9.98	49,408.06	1.79%
6	RELLENO BASE CLASE I	m3	14,049.30	24.06	338,026.27	12.23%
7	RELLENO SUB BASE CLASE I	m3	14,049.30	24.48	343,926.97	12.45%
8	H.s f"c180 kg/cm2 (ACERAS,BORDILLOS Y MURO INT.)	m3	4,683.10	187.08	876,114.63	31.71%
9	IMPRIMACIÓN ASFALTICA	M2	140,493.05	1.07	150,327.56	5.44%
10	DOBLE RIEGO ASFALTICO	m2	140,493.05	3.78	531,063.71	19.22%
	TOTAL PRESUPUESTADO:				2763073.17	100%

Estos precios no incluyen el IVA.

Son: Dos millones setecientos sesenta y tres mil setenta y tres, 17/100 dólares.

11.CRONOGRAMA

UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABI

PROYECTO: REHABILITACION DE LAS CALLES DE LA COMUNA SANCAN DEL CANTON JIPIJAPA

PLAZO: 6 MESES

CRONOGRAMA DE EJECUCION DE OBRA

NUM.	DESCRIPCION	U	CANTIDAD	P. U.	P. TOTAL	2 MES		2 MES		2 MES	
						cantidad	inversión	cantidad	inversión	cantidad	inversión
1	REPLANTEO Y NIVELACION	m2	140,493	0.84	118014.16	140,493.05	118,014.16				
2	EXCAVACION Y DESALOJO DE SUELO NATURAL (dist 2 km)	m3	38,029	5.72	217527.48	38,029.28	217,527.48				
3	RELLENO CON MATERIAL DE EXCAVACION	m3	13,748	3.74	51418.16			6,874.09	25,709.08	6,874.09	25,709.08
4	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON CEMENTO	m3	21,074	4.14	87246.18	10,536.98	43623.0905	10,536.98	43,623.09		
5	RELLENO DE LASTRE BAJO ACERAS ,BORDILLOS Y MURO INT.	m3	4,951	9.98	49408.06	2,475.35	24,704.03	2,475.35	24,704.03		
6	RELLENO BASE CLASE I	m3	14,049	24.06	338026.27			7,024.65	169,013.13	7,024.65	169,013.13
7	RELLENO SUB BASE CLASE I	m3	14,049	24.48	343926.97			7,024.65	171,963.49	7,024.65	171,963.49
8	H.s f'c180 kg/cm2 (ACERAS,BORDILLOS Y MURO INT.)	m3	4,683	187.08	876114.63	2,341.55	438,057.31	2,341.55	438,057.31		
9	IMPRIMACIÓN ASFALTICA	M2	140,493	1.07	150327.56			70,246.52	75,163.78	70,246.52	75,163.78
10	DOBLE RIEGO ASFALTICO	m2	140,493	3.78	531063.71			70,246.52	265,531.86	70,246.52	265,531.86
		TOTAL			2,763,073.17						
		INVERSION MENSUAL					841,926.07		1,213,765.77		707,381.33
		PORCENTAJE MENSUAL					30.47%		43.93%		25.60%
		INVERSION MENSUAL ACUMULADA					841,926.07		2,055,691.84		2,763,073.17
		PORCENTAJE MENSUAL ACUMULADO					30.47%		74.40%		100.00%

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ En el suelo de subrasante, de acuerdo a los datos obtenidos de la granulometría, se tiene que menos del 50% de las partículas de la muestra no pasa la malla N° 200, el límite líquido no supera el rango del 50%, el índice plástico bordea un 6.0%, con lo que empleando la carta de plasticidad de Casa Grande y el Sistema de Clasificación Unificada de Suelos (SUCS), tenemos que a lo largo de las calles de la comuna Sancán, el suelo es un limo de baja plasticidad(ML).

- ✓ En la fase de construcción, concretamente cuando se realice la compactación se debe mantener la relación entre el contenido de humedad (26,30%) y la densidad seca (1,34gr. /cm^3).

- ✓ La subrasante de la vía tiene características de regular a pobre, debido a que el ensayo de CBR arroja resultados que varían entre 1 al 5% (1.89); valores que se encuentran por debajo del límite mínimo permitido que es del 8%.

- ✓ Debido a las características físicas, químicas y mecánicas de la subrasante, se recomienda que al momento de diseñar el paquete estructural del pavimento, se oriente al uso de algún tipo de estabilizador, sea esta cal, cemento o geo sintéticos.

13. BIBLIOGRAFÍA

- ✓ **G SOWERS**, Introducción a la Mecánica de Suelos y Cimentaciones Tomo I
- ✓ **GUÍA DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**, Universidad Nacional Ingeniería Facultad De Tecnológica De La Construcción, Departamento De Construcción, Colombia **2008.**
- ✓ **ABRAHAM POLANCO RODRÍGUEZ.**Universidad Autónoma De Chihuahua, Facultad De Ingeniería, Manual De Prácticas De Laboratorio De Mecánica De Suelos II.
- ✓ **CÉSAR GARCÍA ANDREU, JOSÉ MIGUEL SAVAL PÉREZ, FRANCISCO BAEZA BROTONS, ANTONIO JOSÉ TENZA ABRIL.** Universidad de Alicante - Prácticas de Materiales de Construcción I.T.O.P – Práctica Nº 7 **2.008 – 2.009.**
- ✓ **EARTH MANUAL, BUREAU OF RECLAMATION, DENVER, COLORADO,1963**. Biblioteca Central Esc. Ingeniería, Biblioteca IDIEM.
- ✓ ocw.unican.es **Geotecnia I (2010)**
- ✓ www.unalmed.edu.co/~geotecni/GG-17.pdf
- ✓ [1]Ecuador, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (**2009**). *Anuario Meteorológico*. Quito: INAMHI
- ✓ www.quiminet.com/articulos/la-mecanica-de-suelos-**2006**
- ✓ Manual de Diseño MOP-001- F-**2002**. TOMO I

14. ANEXOS

GRUPO DE ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL EN LA SUSTENTACION DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.

Proyecto / Project: TESINA

Material: SUBRASANTE
Localización / Site: COMUNA SANCAN
Fecha / Date: 12-jul-12
Abscisa: SECTOR -1

GRANULOMETRÍA

TAMIZ	PESO PARCIAL		% RETENIDO	%ACUMULADO	% PASA	ESPECIFICACIONES
3"	0.00		0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	0.00		0.00	0.00	100.00	
2"	0.00		0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	0.00		0.00	0.00	100.00	
1"	40.50		2.80	2.80	97.20	
3/4"	57.90		4.01	6.81	95.99	
1/2"	246.6		17.07	23.88	76.12	
3/8"	156.6		10.84	34.71	65.29	
N°4	336.1		23.26	57.97	42.03	
Pasa N°4	607.3		42.03	100.00	0.00	
TOTAL	1445.00		100	gr.		

Proyecto / Project: TESINA

Material: SUBRASANTE
Localización / Site: COMUNA SANCAN
Fecha / Date: 12-jul-12
Abscisa: SECTOR-2

GRANULOMETRÍA

TAMIZ	PESO PARCIAL		% RETENIDO	% ACUMULADO	% PASA	ESPECIFICACIONES
3"	0.00		0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	0.00		0.00	0.00	100.00	
2"	0.00		0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	0.00		0.00	0.00	100.00	
1"	36.50		2.04	2.04	97.96	
3/4"	52.10		2.90	4.94	97.10	
1/2"	241.9		13.49	18.43	81.57	
3/8"	161.8		9.02	27.45	72.55	
N°4	361.5		20.15	47.60	52.40	
Pasa N°4	939.8		52.40	100.00	0.00	
TOTAL	1793.60		100	gr.		

Proyecto / Project: TESINA

Material: SUBRASANTE
Localización / Site: COMUNA SANCAN
Fecha / Date: 12-jul-12
Abscisa: SECTOR-3

GRANULOMETRÍA

TAMIZ	PESO PARCIAL		% RETENIDO	% ACUMULADO	% PASA	ESPECIFICACIONES
3"	0.00		0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	0.00		0.00	0.00	100.00	
2"	0.00		0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	0.00		0.00	0.00	100.00	
1"	0.00		0.00	0.00	100.00	
3/4"	38.30		2.45	2.45	97.55	
1/2"	76		4.86	7.31	92.69	
3/8"	78.5		5.02	12.34	87.66	
N°4	277.9		17.78	30.12	69.88	
Pasa N°4	1092.2		69.88	100.00	0.00	
TOTAL	1562.90		100	gr.		

Proyecto / Project: TESINA

Material: SUBRASANTE
Localización / Site: COMUNA SANCAN-SECTOR 1
Fecha / Date: 12-jul-12
Abscisa: SECTOR-1

GRANULOMETRÍA

TAMIZ	PESO PARCIAL		% RETENIDO	%ACUMULADO	% PASA	ESPECIFICACIONES
# 8	259.00		42.65	42.65	57.35	
# 10	52.50		8.64	51.29	91.36	
#30	214.50		35.32	86.61	64.68	
# 50	48.20		7.94	94.55	92.06	
# 200	30.70		5.06	99.60	94.94	
P# 200	2.40		0.40	100.00	99.60	
TOTAL	607.30		100	gr.		

Proyecto / Project: TESINA

Material: SUBRASANTE
Localización / Site: COMUNA SANCAN
Fecha / Date: 12-jul-12
Abscisa: SECTOR-3

GRANULOMETRÍA

TAMIZ	PESO PARCIAL		% RETENIDO	% ACUMULADO	% PASA	ESPECIFICACIONES
# 8	295.00		27.01	27.01	72.99	
# 10	64.20		5.88	32.89	94.12	
# 30	406.50		37.22	70.11	62.78	
# 50	195.40		17.89	88.00	82.11	
# 200	122.50		11.22	99.21	88.78	
P# 200	8.60		0.79	100.00	99.21	
TOTAL	1092.20		100	gr.		

Proyecto / Project: TESINA

Material: SUBRASANTE
Localización / Site: COMUNA SANCAN
Fecha / Date: 12-jul-12
Abscisa: SECTOR-2

GRANULOMETRÍA

TAMIZ	PESO PARCIAL		% RETENID	% ACUMULADO	% PASA	ESPECIFICACIONES
# 8	316.80		33.71	33.71	66.29	
# 10	113.80		12.11	45.82	87.89	
# 30	158.30		16.84	62.66	83.16	
# 50	204.10		21.72	84.38	78.28	
# 200	141.50		15.06	99.44	84.94	
P# 200	5.30		0.56	100.00	99.44	
TOTAL	939.80		100	gr.		

ENSAYOS DE ATTERBERG

Sector: **COMUNA SANCAN**
Material: **Sub-rasante**
Localización : **In situ**
Fecha : **Julio del 2012**

LIMITE LIQUIDO

GOLPES	36	25	20	
Peso muestra húmeda + vasija g	37.80	26.60	27.40	
Peso muestra seca + vasija gr.	31.70	22.60	23.00	
Peso vasija gr.	21.00	15.20	15.40	
Peso muestra seca gr.	10.70	7.40	7.60	
Peso perdido gr.	6.10	4.00	4.40	
% de humedad	57.01	54.05	57.89	

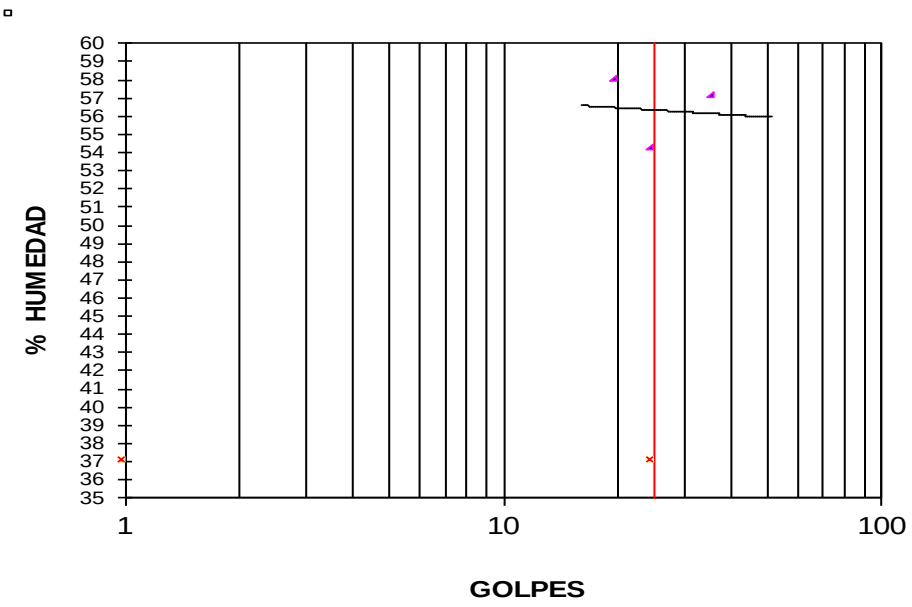
LIMITE PLÁSTICO

Peso muestra húmeda + vasija g	16.50	16.10
peso muestra seca + vasija gr.	16.40	15.90
Peso vasija gr.	15.90	15.40
Peso muestra seca gr.	0.50	0.50
Peso perdido gr.	0.10	0.20
% de humedad	20.00	40.00

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Limite liquido:	36.90 %
Limite plástico:	30.00 %
Índice plástico:	6.90 %

CLASIFICACIONES:Casa grande:



ENSAYOS DE ATTERBERG

Sector: **COMUNA SANCAN**
Material: **Sub-rasante**
Localización : **In situ**
Fecha : **Julio del 2012**

LIMITE LIQUIDO

GOLPES	40	30	15	
Peso muestra húmeda + vasija g	35.60	32.60	31.20	
Peso muestra seca + vasija gr.	30.40	27.10	24.60	
Peso vasija gr.	14.70	12.00	10.20	
Peso muestra seca gr.	15.70	15.10	14.40	
Peso perdido gr.	5.20	5.50	6.60	
% de humedad	33.12	36.42	45.83	

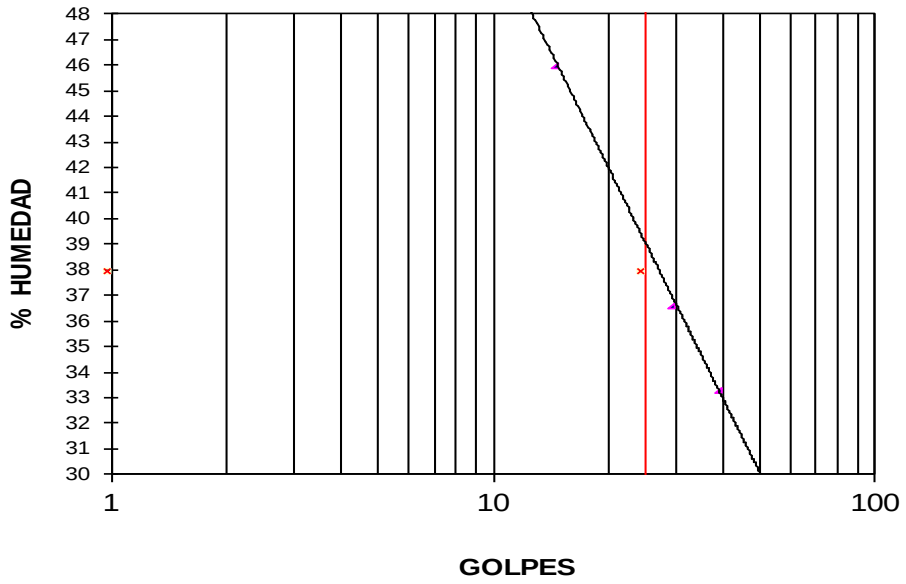
LIMITE PLÁSTICO

Peso muestra húmeda + vasija g	17.60	17.50
peso muestra seca + vasija gr.	16.90	17.20
Peso vasija gr.	15.30	15.70
Peso muestra seca gr.	1.60	1.50
Peso perdido gr.	0.70	0.30
% de humedad	43.75	20.00

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Limite liquido:	37.82 %
Limite plástico:	31.88 %
Índice plástico:	5.94 %

CLASIFICACIONES:Casa grande:



ENSAYOS DE ATTERBERG

Sector: **COMUNA SANCAN**
Material: **Sub-rasante**
Localización : **In situ**
Fecha : **Julio del 2012**

LIMITE LIQUIDO

GOLPES	35	25	15	
Peso muestra húmeda + vasija g	39.70	30.00	28.30	
Peso muestra seca + vasija gr.	32.30	26.80	25.20	
Peso vasija gr.	15.60	15.40	15.70	
Peso muestra seca gr.	16.70	11.40	9.50	
Peso perdido gr.	7.40	3.20	3.10	
% de humedad	44.31	28.07	32.63	

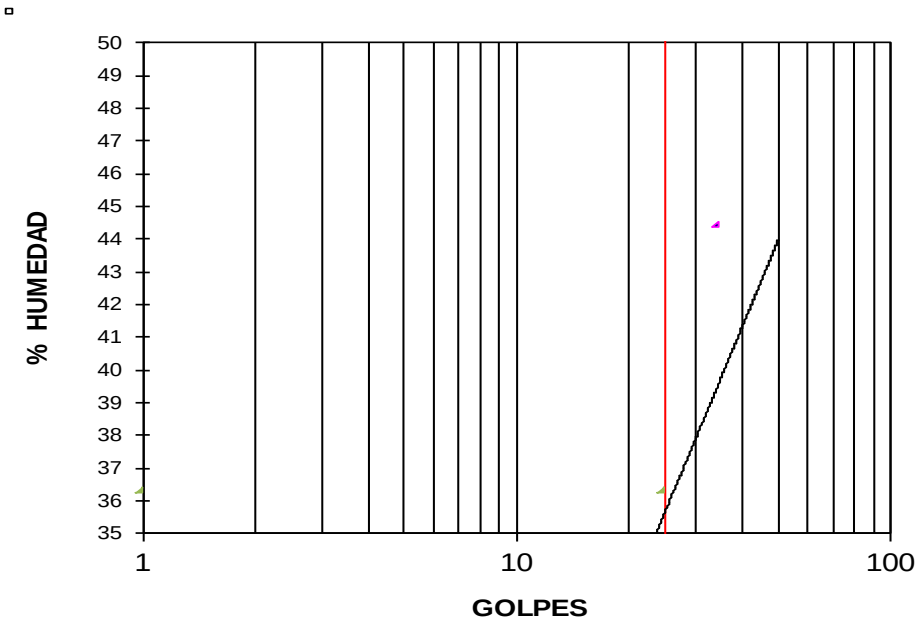
LIMITE PLÁSTICO

Peso muestra húmeda + vasija g	17.60	17.40
peso muestra seca + vasija gr.	17.10	16.90
Peso vasija gr.	15.20	15.50
Peso muestra seca gr.	1.90	1.40
Peso perdido gr.	0.50	0.50
% de humedad	26.32	35.71

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Limite liquido:	36.20 %
Limite plástico:	31.02 %
Índice plástico:	5.18 %

CLASIFICACIONES:Casa grande:



ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

PROYECTO : TESINA
FECHA: 16/07/2012
YASIMIENTO: SUBRASANTE
SECTOR: COMUNA SANCAN

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MASA DEL CILINDRO (P7)	6000
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2650
MASA DEL MARTILLO (lb.)	10
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.	45.72

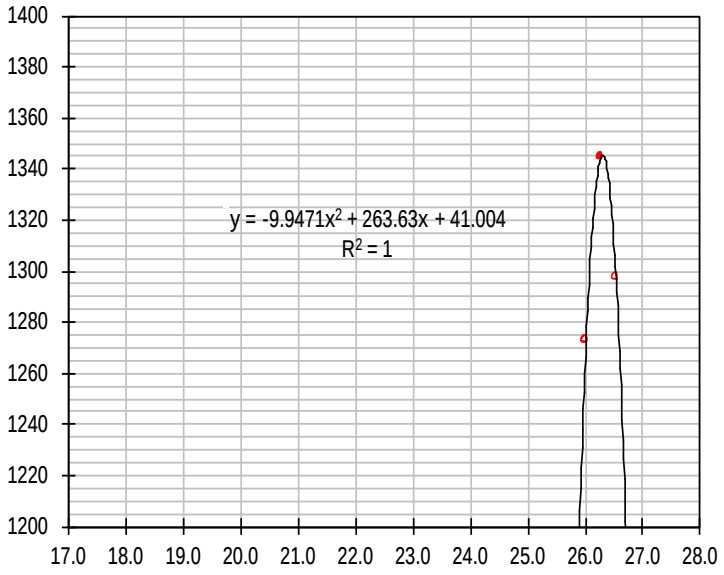
TIPO DEL ENSAYO	Estándar Ø=6" ; 18"-4.5 Kg. ; 5c-12g/
# DE CAPAS	6
# DE GOLPES POR CAPA	56

DATOS PARA LA CURVA

MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO	10500	10350	10250			
MASA DE SUELO HÚMEDO	4500	4350	4250			
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO	1698	1642	1604			
DENSIDAD SECA DEL SUELO	1345	1297	1273			

CONTENIDO DE AGUA

PUNTO #	1		2		3		4		5		6	
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	0		2		4							
RECIPIENTE Nº TARA	A	NV	Z	B	Y	C						
TARA + SUELO HUM. (GRS.)	49.90	67.00	49.80	67.30	50.00	66.70						
TARA + SUELO SECO (GRS.)	42.70	57.40	42.50	57.60	42.90	57.20						
PESO AGUA	7.20	9.60	7.30	9.70	7.10	9.50						
PESO DE TARA	15.20	21.00	15.17	20.80	15.21	21.20						
PESO SUELO SECO	27.50	36.40	27.33	36.80	27.69	36.00						
CONT. DE AGUA %	26.18	26.37	26.71	26.36	25.64	26.39						
CONT. PROM. AGUA %	26.28		26.53		26.01							



Densidad Seca Máxima
1345 Kg./m³

% de Humedad Optima
26.30 %

Observaciones:
Normas de Referencia
ASTM D 698-91
ASTM D 1557-91
AASHTO T 99-94
AASHTO T 180-93

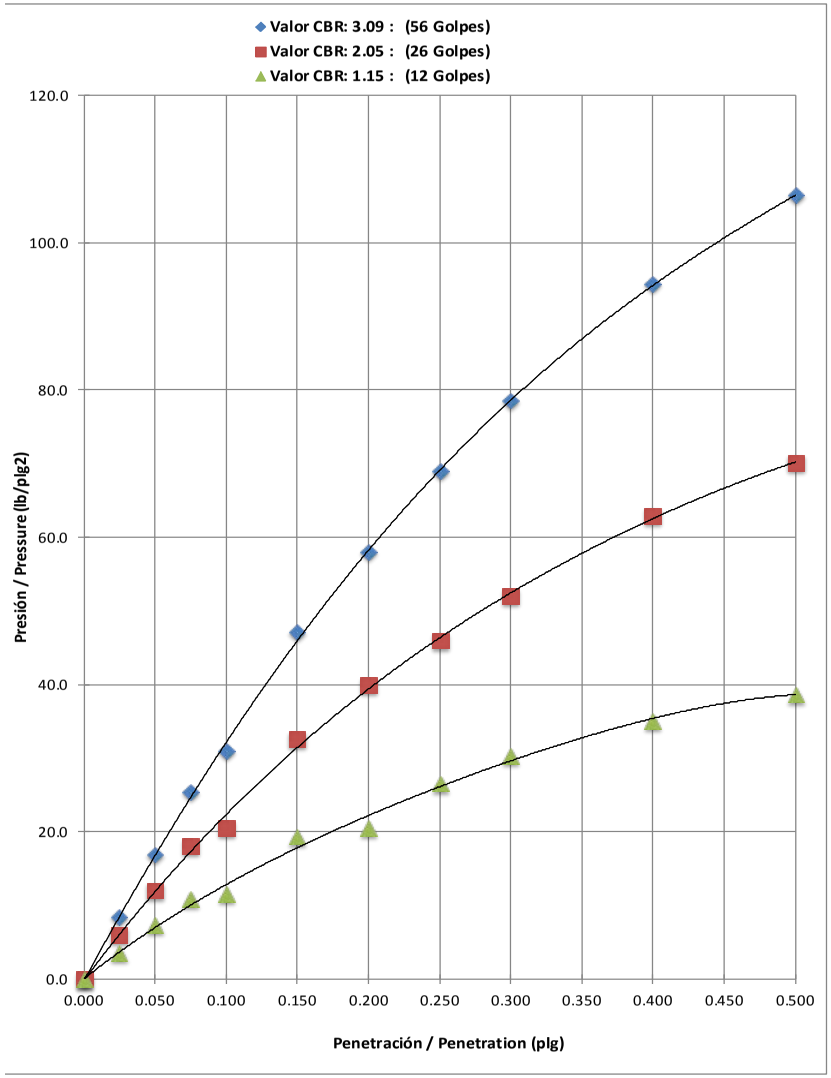
ENSAYO DE C.B.R.

Proyecto / Project: TESINA
Localización / Site: CALLES DE LA COMUNA SA Fecha / Date: 20-jul-12
Material / : SUBRASANTE Calculado / Calculate by:

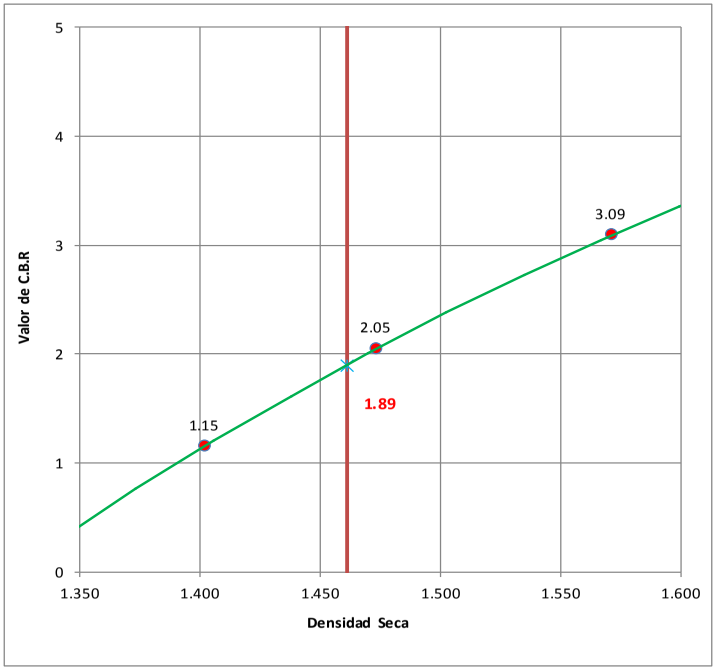
Datos / Datas						
Muestra No. / Specimen No.	A1		A2		A3	
Número de capa / Number of layers	5		5		5	
Golpes por capa / Blows per layer	56		26		12	
Condición / Condition	Antes saturada / Before saturate	Después saturada / After saturate	Antes saturada / Before saturate	Después saturada / After saturate	Antes saturada / Before saturate	Después saturada / After saturate
Peso molde+suelo / Can weight+soil (gr)	12,325	12,425	12,236	12,601	12,041	12,458
Peso molde / Can weight (gr)	8,000	8,000	8,210	8,210	8,250	8250
Peso suelo / Soil weight (gr)	4,325	4,425	4,026	4,391	3,791	4,208
Humedad promedio / Average moisture (%)	25.19%	27.07%	25.06%	34.25%	25.05%	36.23%
Volúmen / Volume	2,199	2,199	2,185	2,185	2,163	2163
Densidad húmeda / Wet density (gr/cm^3)	1.967	2.012	1.843	2.010	1.753	1.946
Densidad seca / Dry density (gr/cm^3)	1.571	1.584	1.473	1.497	1.402	1.428

Contenido de agua / Moisture												
Muestra No. / Specimen No.	A1				A2				A3			
Ubicación / Position	Arriba / Top	Abajo / Bottom	Arriba / Top	Abajo / Bottom	Arriba / Top	Abajo / Bottom	Arriba / Top	Abajo / Bottom	Arriba / Top	Abajo / Bottom	Arriba / Top	Abajo / Bottom
Recipiente número / Cap number												
Tara+suelo húmedo / Can+wet soil (gr)	71.24	71.58	57.69	62.27	78.95	74.30	68.84	62.45	76.92	70.40	50.26	61.90
Tara+suelo seco / Can+dry soil (gr)	59.50	59.60	48.00	51.78	65.60	61.90	54.00	50.00	64.00	58.70	40.00	48.78
Peso tara / Can weight (gr)	12.80	12.12	12.80	12.35	12.40	12.35	12.12	12.35	12.40	12.02	12.10	12.02
Contenido de agua / Moisture (%)	25.14%	25.23%	27.53%	26.60%	25.09%	25.03%	35.43%	33.07%	25.04%	25.06%	36.77%	35.69%
Humedad promedio / Average moisture (%)	25.19%		27.07%		25.06%		34.25%		25.05%		36.23%	

Porcentaje agua absorbida / Percentage water absorbed			
Muestra No. / Specimen No.	A1	A2	A3
Peso molde+suelo después saturado / Can weight+soil before saturate (gr)	12,425	12,601	12458
Peso molde+suelo antes saturación / Can weight+soil after saturate (gr)	12,325	12,236	12041
Peso agua absorbida / Weight water absorbed (gr)	100	365	417
Porcentaje agua absorbida / Percentage water absorbed (%)	2.31%	9.07%	11.00%



MAX. DENS :	1.538	gr/cm^3
95% MAX. DENS :	1.461	gr/cm^3
VALOR CBR :	1.89	%



Datos de esponjamiento / Datas of swelling

Fecha / Date	Tiempo días / Time days	Muestra N° / Specimen N°: A1				Muestra N° / Specimen N°: A2				Muestra N° / Specimen N°: A3			
		Altura muestra	Dial (mm x 10^{-2})	Esponjamiento / Swelling mm	Esponjamiento / Swelling %	Altura muestra	Dial (mm x 10^{-2})	Esponjamiento / Swelling mm	Esponjamiento / Swelling %	Altura muestra	Dial (mm x 10^{-2})	Esponjamiento / Swelling mm	Esponjamiento / Swelling %
feb-11	17:00	115	0			115	0			115	0		
feb-11			230	2.30	2.00%		265	2.65	2.30%		310	3.10	2.70%
feb-11			300	3.00	2.61%		345	3.45	3.00%		324	3.24	2.82%
feb-11			332	3.32	2.89%		369	3.69	3.21%		377	3.77	3.28%
feb-11			343	3.43	2.98%		380	3.80	3.30%		390	3.90	3.39%
feb-11			349	3.49	3.03%		383	3.83	3.33%		394	3.94	3.43%

Datos ensayo de penetración / Datas of penetration test

Penetración / Penetration		Carga tipo / Load type (lb/plg2)	Muestra N° / Specimen N°: A1				Muestra N° / Specimen N°: A2				Muestra N° / Specimen N°: A3			
Pulg.	mm.		Dial	(lb/plg^2)	CBR Corregido / Correct CBR		Dial	(lb/plg^2)	CBR Corregido / Correct CBR		Dial	(lb/plg^2)	CBR Corregido / Correct CBR	
0.000			0	0.0			0	0.0			0	0.0		
0.025	0.635		7	8.5			5	6.0			3	3.6		
0.050	1.270		14	16.9			10	12.1			6	7.3		
0.075	1.905		21	25.4			15	18.1			9	10.9		
0.100	2.540	1,000	28	30.9	3.09	**3.09**	19	20.5	2.05	**2.05**	11	11.5	1.15	**1.15**
0.150	3.810		39	47.2			27	32.7			16	19.3		
0.200	5.080		48	58.1	3.87		33	39.9	2.66		19	20.5	1.37	
0.250	6.350		57	68.9			38	46.0			22	26.6		
0.300	7.620		65	78.6	4.14		43	52.0	2.74		25	30.2	1.59	
0.400	10.160		78	94.3	4.10		52	62.9	2.73		29	35.1	1.53	
0.500	12.700		88	106.4	4.09		58	70.2	2.70		32	38.7	1.49	