

"AÑO DE LA PROMOCION DE LA INDUSTRIA RESPONSABLE Y DEL COMPROMISO CLIMATICO"

Universidad Nacional de Huancavelica

(Creada por Ley N° 25265)

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS - CIVIL
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY



Ramos

TESIS

**"ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL
 DISTRITO DE CCOCHACCASA COMO ESTABILIZANTE PARA
 CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:
 GEOTECNIA**

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

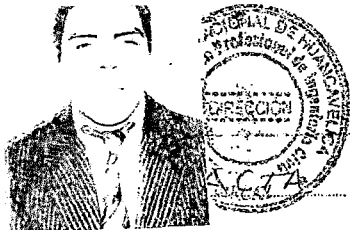
PRESENTADO POR:

Bach. RAMOS ROJAS, Cerafin
Bach. TORRES RAMOS, Jesús

ASESOR:

Ing. MEDINA CHAMPE, Miguel Dedicación

**LIRCAY - HUANCAMELICA
 2014**



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

EN EL PARANINFO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA MINAS - CIVIL DE LA ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL CIVIL - LIRCAY, A LOS 21 DIAS DEL MES DE NOVIEMBRE DEL DOS MIL TRECE, SIENDO LAS CUATRO DE LA TARDE, SE INSTALO LOS MIEMBROS DEL JURADO, EN BASE A LA RESOLUCION DE CONCEJO DE FACULTAD N° 368 - 2013 - FIMC - UNH DE FECHA, 07 DE NOVIEMBRE DE 2013, EN EL CUAL SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO, APROBAR LA DESIGNACION DE FECHA Y HORA DE LA SUSTENTACION DE TESIS DE LOS TESISISTAS: BACH. RAMOS ROSAS; CERAFIN y BACH. TORRES RAMOS; JESUS. DE LA E.A.P. CIVIL - SEDE LIRCAY, CUYO PROYECTO TITULADO "ESTUDIO DEL RETAYE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCA SA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE", COMO ASESOR EL ING. MEDINA CHAMPE, DEDICACION MIGUEL. Y COMO MIEMBROS DEL JURADO DE TESIS SON: PRESIDENTE: ING. CAMAC OSEDA; ENRIQUE RIGOBERTO, SECRETARIO ING. NEIRA CALIN; URIEL, VOCAL: LIC. FRANKLIN SURICHAQUI GUTIERREZ, ACCESITARIO ABO. HUGO CAMILO SALA TOCACA, CON LA FINALIDAD DE EVALUAR LA SUSTENTACION DE TESIS REFERIDA SE PROCEDE CON LA PARTICIPACION DEL PRESIDENTE DANDO LAS INSTRUCCIONES CORRESPONDIENTES PARA DAR INICIO A LA SUSTENTACION, PRIMERO DANDO EL TIEMPO REGLAMENTARIO DE 40 MINUTOS DE SUSTENTACION, SEGUNDO: TERMINADO LA SUSTENTACION SE PROCEDE CON LA FORMULACION DE PREGUNTAS PERTINENTES LAS CUALES FUERON ABSUELTAS Y SUSTENTADAS; TERCERO: LOS MIEMBROS DEL JURADO DESPUES DE UN AMPLIO DEBATE SE CONCLUYE CON APROBAR POR UNANIMIDAD LA TESIS MATERIA DEL PRESENTE, SIENDO LAS 15 P.M. DEL DIA 21 DE NOVIEMBRE DE 2013 Y EN SEÑAL DE CONFORMIDAD FIRMAN LOS JURADOS.

ING. ENRIQUE CAMAC O
PRESIDENTE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA
SEDE LIRCAY
CERTIFICADO QUE EL PRESENTE ES COPIA FIEL
DE LA ORIGINAL QUE SE ENCUENTRA EN LA VISTA
ING. ZOSIMIO GUTIERREZ
SECRETARIO

ING. U. NEIRA C.
LIC. FRANKLIN S. B.

19 MAYO 2014

Grafiresa

DEDICATORIA

Al señor todopoderoso quien guía
mi vida en la existencia de mis días.

A mi esposa: Gilma, hijos: Herbert,
Neyder, Luis, Edwin, Milagros y padres:
Prospero y Felicita.

Cerafin Ramos Rojas

A mis padres: Caledonia y
Griseldo, abuelos: Prospero y
Felicita quienes con su apoyo
incondicional tanto económico y
moral fueron parte de este logro.

Jesús Torres Ramos

AGRADECIMIENTO

A Dios, por llevarnos a su lado a lo largo de esta vida siempre llenándonos de alegría, gozo y oportunidades para avanzar hacia nuestros objetivos y nuestros logros.

A la Universidad Nacional de Huancavelica, facultad de Minas-Civil, Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil – Lircay, por darnos la oportunidad de lograr el Título Profesional.

A los docentes de la Facultad de Minas-Civil por sus enseñanzas y los consejos que nos brindaron durante los años de estudio en nuestra Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil - Lircay.

A nuestro asesor, el Ing. Dedicación Miguel Medina Champe, que sin su ayuda, su comprensión y colaboración, todo este trabajo habría sido imposible de realizar.

De la misma manera agradezco a los profesionales: Ing. Uriel Neira Calsin, Ing. Enrique R. Camac Ojeda y al Lic. Franklin Surichaqui Gutiérrez, Jurados de este trabajo de investigación científica (tesis), que brindaron su conocimiento y su apoyo incondicional para hacer realidad esta investigación.

A nuestros padres cuya orientación y ejemplo nos han guiado por el camino correcto.

A nuestros hermanos por sus buenos deseos, apoyo y compañía.

A nuestros amigos y a todas aquellas personas que nos apoyaron en la culminación de la presente.

Los Tesistas.

ÍNDICE

Agradecimientos.....	i
Índice	ii
Resumen.....	iii
Introducción.....	v

CAPÍTULO I

Problema.....	11
1.1. Planteamiento del problema.....	11
1.2. Formulación del problema.....	12
1.3. Objetivos: general y específicos.....	13
1.4. Justificación.....	14

CAPITULO II

Marco Teórico.....	16
2.1 Antecedentes.....	16
2.2 Bases teóricas.....	24
2.3 Hipótesis.....	66
2.4 Variables de estudio.....	66

CAPITULO III

Metodología de Investigación.....	67
3.1 Ámbito de estudio.....	67
3.2 Tipo de investigación.....	79
3.3 Nivel de investigación.....	79
3.4 Método de investigación.....	79
3.5 Diseño de investigación.....	81
3.6 Población, muestra y muestreo.....	81
3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	81
3.8 Procedimiento de recolección de datos.....	82
3.9 Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	89

CAPITULO IV

Resultados.....	119
4.1 Presentación de resultados.....	119
4.2 Discusión.....	124

Conclusiones

Recomendaciones

Referencias Bibliográficas

Anexos: Gráficos, cuadros, planos y fotografías

RESUMEN

La alternativa de mejorar la capa base, se plantea reemplazar y estabilizar a nivel de base de la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa -Tablapampa, que fueron sometidas a pruebas de laboratorio, tales pruebas se realizaron de la dosificación en peso entre el material de cantera del distrito de Ccochaccasa (Vía Huancavelica - Lircay Prog. Km. 50+300) y el relave minero de la mina Acchilla (Vía Huancavelica - Lircay Prog. Km. 47+920), ubicado en el distrito de Ccochaccasa, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica.

El tramo: Ccochaccasa - Tablapampa, de acuerdo a la clasificación por demanda se considera una carretera de tercer orden, que para el presente estudio fue escogido bajo los siguientes criterios:

- La carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa - Tablapampa, está en proximidades al lugar de ubicación del relave minero de la mina Acchilla, a una $d=2.08$ Km. y el material de cantera se ubica a una $d=0.70$ Km., por ello es factible el presente estudio para su aplicación en el futuro por con el fin de minimizar costos de traslados de dichos materiales para el mejoramiento y/o rehabilitación de la vía.
- El Tramo: Ccochaccasa -Tablapampa, presenta diferentes condiciones topográficas propias de la zona.

La estabilización de la carretera de tercer orden a nivel de base Tramo: Ccochaccasa – Tablapampa, consistió en una dosificación en peso de 25% de relave minero y el 75% de material de cantera, proporción en peso de 1:3, de acuerdo a los ensayos de CBR realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos - Pavimentos Huancavelica, donde se obtuvo una proporción adecuada de relave minero y material de cantera. La función del relave minero es aglutinar el material de cantera y convertirlo en una masa endurecida de carácter estable. El resultado de este proceso es la disminución de la porosidad y el aumento de su CBR y otras propiedades físicas.

En nuestro caso, el relave minero empleado es de la Mina Acchilla, por sus propiedades químicas alterará con impactos negativos mínimos al medio ambiente, estando apto para su aplicación de acuerdo al estudio de impacto ambiental realizado.

La carretera de tercer Tramo: Ccochaccasa –Tablapampa, tendrá una capa base estabilizada de espesor calculado de 25 cm. y este se podrá coronar como una capa de rodadura para el tránsito ligero o medio.

Aunque las razones del éxito obtenido son varias, se deben a la utilización del material de cantera del lugar y el bajo costo de la aplicación del relave minero como agente estabilizante en carreteras de tercer orden a nivel de base. En lo que se acaba de exponer, han quedado resumidas muy brevemente las características salientes de las mejoras al aplicar relave minero como agente estabilizante en carreteras de tercer orden a nivel de base, permitiendo saber: La duración, resistencia, bajo costo de conservación de la vía y el aumento del nivel de servicio de la vía en estudio.

INTRODUCCIÓN

La preocupación por encontrar un tratamiento adecuado de estabilización, para las carreteras de tercer orden a nivel de base, que sea viable, seguro y sustentable a través del tiempo, se busca una alternativa de la utilización de un agente estabilizante que cumpla los estándares exigidos por Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través del Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

Para tal efecto el presente trabajo registro un desarrollo experimental del uso del relave minero de la Mina Acchilla como agente estabilizante para carreteras de tercer orden a nivel de base, los cuales aportan datos que respaldan y permiten entregar una solución de estabilizante para el tratamiento de la vía acorde a las necesidades y exigencias que demanda la vía.

Este tipo de estabilizante (Relave minero de la mina Acchilla), no se emplean debido a: Falta de conocimiento y estudios pertinentes, por eso se ha propuesto en esta investigación, obtener una estructura de base con una dosificación entre material de cantera y relave minero de la Mina Acchilla en proporciones y cantidades apropiadas, que sea igual o superior en cuanto a la funcionalidad, durabilidad y capacidad de soporte de una estructura de base y que al mismo tiempo sea menos costoso en mantenimiento. Para lo cual se ha querido crear una base estabilizada que sea superior en resistencia a las bases tradicionales.

Para cumplir con el objetivo de determinar la viabilidad del uso del relave minero de la Mina Acchilla para la capa base de la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa - Tablapampa, ubicado en el distrito de Ccochaccasa, que permita mejorar la transitabilidad y durabilidad del nivel de servicio de la vía y reduciendo costos de mantenimiento de la vía, se ha sugerido la aplicación de relave minero de la mina Acchilla como agente estabilizante en carreteras de tercer orden a nivel de base, diseñada para maximizar la compactación e incrementar las propiedades naturales de los suelos a los

niveles y condiciones óptimas, con resultados muy superiores a los productos actuales en uso, lo cual deberá ser probado y demostrado.

Para lograr este objetivo se ha formulado el siguiente plan de trabajo:

- Caracterizar las materiales que se emplearán.
- Determinar el tipo de material de cantera, las condiciones óptimas de humedad y determinar la cantidad de relave minero y las resistencias definidas mediante los ensayos respectivos.
- Determinar la capacidad de soporte integral de la capa base que se obtendrá (CBR).
- Analizar los costos de las estructuras de base con la aplicación de relave minero de la Mina Acchilla como agente estabilizante en carreteras de tercer orden a nivel de base.

Los resultados obtenidos al final de la investigación, verificaron el objetivo inicial, de determinar la viabilidad del uso del relave minero de la Mina Acchilla para la capa base de la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa -Tablapampa, ubicado en el distrito de Ccochaccasa.

CAPÍTULO I:

PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

Durante muchos años se viene haciendo rehabilitaciones y mantenimientos periódicos de vías en la provincia de Angaraes, generando preocupación en las autoridades y la población en general, que desde hace años vienen solicitando una excelente articulación vial, puesto que su durabilidad de la capa de rodadura después de una rehabilitación o mantenimiento Periódico no es muy duradera, debido al rápido deterioro que sufren a causa de diferentes factores, principalmente climatológicos; debido a que cada año el invierno causa deterioros progresivos tanto en la superficie como en la estructura del mismo. Puede ayudar a resolver este problema con la aplicación del relave minero de la mina Acchilla como agente estabilizante a nivel de base en la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa - Tablapampa, ubicado en el distrito de Ccochaccasa.

Una línea importante de la investigación consistirá en generar una dosificación de mezcla entre el relave minero de la mina Acchilla y material de cantera del distrito de Ccochaccasa, que cumpla con los requisitos establecidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través del Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

Las condiciones meteorológicas, proceso constructivo, y los materiales utilizados en la construcción y otros, son factores que contribuyen a que una carretera de bajo o alto tráfico tenga un buen desempeño a lo largo de su vida útil; por lo cual el diseño,

163

producción y colocación de la mezcla del relave minero y material de cantera, involucro una serie de ensayos de laboratorio a fin de asegurar la calidad de la obra por construir; tal es el caso del procedimiento que se sigue para establecer una dosificación entre el relave minero y material de cantera, que en dicho proceso interviene la comprobación de la calidad de los materiales constituyentes de la misma como el relave minero, material de cantera y agua, mediante una serie secuencial de ensayos.

Estos factores como el diseño, producción, colocación y compactación de una mezcla contemplan la realización de ensayos, los cuales deben ejecutarse correctamente y bajo las especificaciones de las normas ASTM (American Society for Testing and Materials) y AASHTO (American Association of State Highway and Transport Oficial) correspondientes, además deben de manejar claramente una serie de conceptos, especificaciones y procedimientos relacionados con las dosificaciones.

El funcionamiento de la vía a largo plazo dependerá de su mantenimiento y el sistema de drenaje, con las técnicas apropiadas, para la estabilización de carreteras de tercer orden a nivel de base, será necesario el uso del relave minero de la mina Acchilla, que transformará químicamente los suelos inestables en suelos estables.

El presente estudio de tesis ha sido elaborado por la necesidad de dar viabilidad del uso del relave minero como estabilizante en la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa - Tablapampa, a nivel de base, en el distrito de Ccochaccasa.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

1.2.1. Problema General:

¿El uso del relave minero de la mina Acchilla, será viable para la capa base de la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa - Tablapampa, ubicado en el distrito de Ccochaccasa?

1.2.2. Problemas Específicos:

- a. ¿Cuál es la dosificación del relave minero de la mina Acchilla y material de cantera del distrito de Ccochaccasa, para la capa base de la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa - Tablapampa?
- b. ¿Será posible mejorar las condiciones físicas de la capa base de la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa - Tablapampa, con el uso del relave minero de la mina Acchilla, al comparar sus resultados con los métodos convencionales usados?
- c. ¿Qué ventajas y desventajas se podrán encontrar con el uso del relave minero de la mina Acchilla en la capa base de la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa - Tablapampa?

1.3. OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECÍFICOS.

1.3.1 Objetivo General:

Determinar la viabilidad del uso del relave minero de la mina Acchilla para la capa base de la carretera de tercer orden tramo: Ccochaccasa-Tablapampa, ubicado en el distrito de Ccochaccasa.

1.3.2 Objetivos Específicos:

- a. Determinar la dosificación del relave minero de la mina Acchilla y material de cantera del distrito de Ccochaccasa, para la capa base de la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa - Tablapampa.
- b. Mejorar las condiciones físicas de la capa base de carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa-Tablapampa, con el uso del relave minero de la mina Acchilla, al comparar sus resultados con los métodos convencionales usados.

- c. Determinar las ventajas y desventajas con el uso del relave minero de la mina Acchilla en la capa base de la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa.

1.4. JUSTIFICACIÓN.

La población dentro del área de influencia de la vía se dedica fundamentalmente a la agricultura, ganadería y minería, desarrollando principalmente el comercio en las ferias agropecuarias que se realizan en el distrito de Cochaccasa y localidad de Tablapampa; y que se encuentra a una altitud promedio de 4200 m.s.n.m., por tanto la vida útil de diseño de una Carretera No Pavimentada es una permanente preocupación de los Ingenieros civiles e Investigadores que tienen integridad y son conscientes que la buena calidad de la obra depende de ellos; también es conocido que en ésta zona los suelos son inestables de acuerdo a sus propiedades físicas y factores externos que hidro-meteorológicos (-5° C en la noche y 20° C durante el día) que alteran la vía. Los Afirmados y bases de estas carreteras, comprendidos en la "categoría" de "Carreteras No Pavimentada de Bajo Volumen de Tránsito", son afectados por una serie de factores climatológicos, como temperaturas bajas, gradiente térmico, radiación solar intensa y por los efectos de flujo de agua superficial y subterráneos, que determinan su deterioro prematuro y acelerado.

El presente estudio tiene como propósito fundamental mejorar la calidad de las Carreteras No Pavimentadas sobre los 3500 m.s.n.m., así mismo se pretende que de esta manera se pueda evitar que se presenten baches, ahuellamientos, encalaminado, y desgaste de la capa base de rodadura con mayor rapidez, antes de su vida útil, de esta manera reducir los costos de mantenimientos, elevar el tiempo útil de la capa base y contribuir a un mejor conocimiento en la aplicación con relave minero como agente estabilizante a nivel de base, que denotan un progresivo avance en su utilización en construcciones viales, con significativas ventajas respecto a técnicas convencionales.

161

Se garantizara un tránsito en todo el tiempo y bajo cualquier condición de clima. Su acción incrementa sensiblemente la capacidad de carga de la superficie de rodadura, por lo que serán una mejor capa base para la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa - Tablapampa, ubicado en el distrito de Ccochaccasa.

Con una dosificación y la realización de los ensayos de estabilización de la capa base con relave minero de la mina Acchilla y material de cantera del distrito de Ccochaccasa, permitirá mejorar las condiciones de transitabilidad y durabilidad de la vía, se espera mejorar las condiciones de comercio y comunicación, reduciendo costos de operación y mantenimiento vehicular, costos de transporte de carga y pasajeros, mejorando el nivel socio económico de la zona de influencia y a la vez prolongar la vida útil de la vía en estudio.

CAPITULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES:

Una de las tareas más importantes de los proyectistas es asegurar la resistencia y durabilidad de la capa base en el estudio para la rehabilitación de caminos y mantenimientos para periódicos para cubrir las necesidades de la obra. Estas razones originan que las instituciones dedicadas a proyectos y a la construcción de caminos, sea necesario incrementar cada día información completa sobre la disponibilidad y las características importantes del uso del relave minero como estabilizante en la capa base de carreteras de tercer orden.

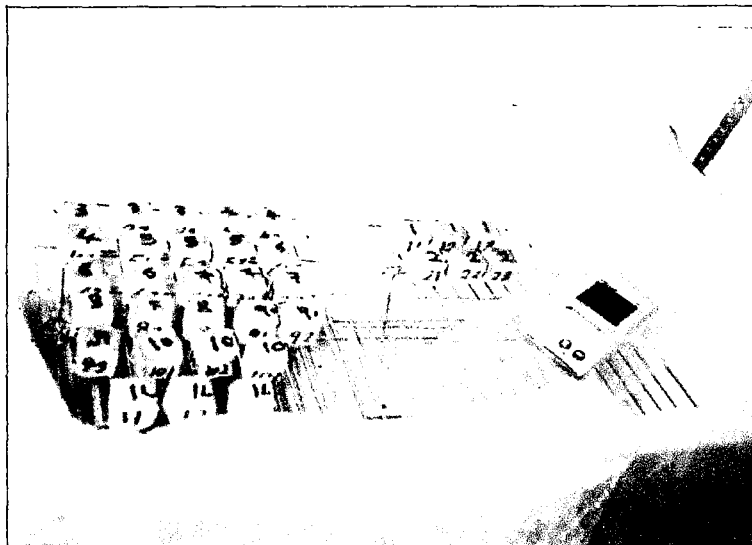
En la zona de estudio no existen estudios definitivos, pero existen ciertas referencias bibliográficas sobre la cual nos basamos para realizar el presente estudio y estas son las que a continuación mencionaremos:

2.1.1. A Nivel Internacional.

A. En el año 2007, se realizó un trabajo de investigación titulada **“Investigation Of The Use Of Mine Tailings For Unpaved Road Base”**, elaborado por los Bachilleres Ali A. Mahmood y Catherine N. Mulligan, trabajo desarrollado en la Universidad de Concordia y presentado en Proceedings of the Annual International Conference on Soils, Sediments, Water and Energy, cuyo objetivo principal es de encontrar nuevas técnicas de estabilización de suelos; en la ciudad de

Montreal, Quebec, Canada, a través de esta investigación se llegó a obtener los siguientes resultados:

Figura 2.1: Experimento de Estabilización de Suelos.



Fuente: Trabajo de Investigación Titulada "Investigation Of The Use Of Mine Tailings For Unpaved Road Base".

La Figura 2.1 se muestra los resultados de las pruebas realizadas. La compresión se mide en mega pascales se representa en esta cifra con relaciones agua / cemento. El uniaxial (no confinados) resistencia a la compresión corresponde para el valor de tensión máximo observado durante la prueba de compresión.

Cuando se varía relación agua / cemento se ve a través de la figura que todos los residuos testeado ha experimentado una disminución drástica de la tensión con el contenido de agua en aumento. También se puede observar que al aumentar el contenido de agua Louvicourt tuvo la mayor presión, mientras que los más bajos Noranda sostenido tensiones registradas y todas las otras colas tenían valores intermedios de tensión entre estos dos.

Es bien conocido que la fuerza disminuye a medida que aumenta la porosidad de la matriz, y que la porosidad aumenta a medida el agua a

15

cemento aumenta por encima de un valor óptimo. En la Figura se pone de manifiesto que la fuerza disminuye con el contenido de agua cada vez mayor de productos de cemento Portland que contiene los contaminantes metálicos. La misma conclusión se alcanzó por Stegemann (2001).

El coeficiente de correlación de estas parcelas no es alto y la dispersión es obvio que indica que están no lineales.

Asimismo también de la presente se obtuvo las siguientes conclusiones:

- Los valores de la gravedad específica de los residuos objeto de estudio están dentro de los intervalos típicos publicado por el mismo tipo de residuos.
- Todas las muestras de relave se consideran superado el límite mínimo requerido de la fuerza para el llenado bancadas subterráneas.
- Disminución de la fuerza como el agua / contenido de cemento aumentó para todas las muestras de relave.
- No confinados desviaciones estándar de compresión de resistencia para las muestras de relaves fueron menores de lo esperado para morteros de pasta de cemento.
- Coeficientes de capa determinados sugieren que todos estos residuos con la excepción de Noranda pueden ser materiales adecuados de base estructural para la construcción de caminos de acceso sin pavimentar temporales.

2.1.2. A Nivel Nacional.

- a) En el año 2009, se realizó la Investigación denominado **"Aplicaciones de los Relaves Mineros Generados en la Minería del Centro del Perú para ser Utilizados en los Suelos de la Selva Central"**, teniendo como autores al Mg, Ing. Daniel A. García Ramos,

138

miembro de la COMPAÑÍA MINERA SAN IGNACIO DE MOROCOCHA S.A., cuya investigación presenta los resultados experimentales obtenidos en la Evaluación del Comportamiento de los Suelos Estabilizados con Relave, a partir de la utilización de materiales disponibles en los suelos de la selva Peruana.

Debido a la naturaleza fina de los suelos que conforman la llanura amazónica, donde escasean los suelos granulares, la estabilización de suelos con relave, debido a las condiciones del entorno, constituyó una de las alternativas constructivas más ventajosas a utilizar en esta región. La adición de relave como ligante produce un incremento en las propiedades mecánicas de los suelos finos, tales como aumento de resistencia a la compresión, a la tracción, y su consiguiente módulo elástico, así como de reducción en las propiedades de contracción, permeabilidad y resistencia al desgaste. Los materiales en estado natural, que componen las mezclas suelo relave analizadas, clasifican como suelos A-2-4(0) según AASHTO y arenas limosas (S M) o arenas limo arcillosas (SC-SM) según SUCS, cuyas curvas granulométricas para los siete (07) tipos de materiales analizados, muestran similar tendencia, los porcentajes de material menor a 0.075mm oscilan entre 12.4% y 31.4%, sus características de límite líquido varían entre 16.8 y 23.3%, con índices de plasticidad (IP) que fluctúan entre 2.2 hasta 6%, un caso particular no registró plasticidad (NP), y cuyos límites de contracción se encuentran entre 19.7 y 20.1 %. Una de las tendencias granulométricas que se puede apreciar en los suelos analizados es la incidencia de partículas retenidas en el tamiz N° 40, aspecto vinculado a la superficie específica de la masa de suelo y por consiguiente a la densidad máxima y humedad óptima del material, por lo tanto corresponderá especificar un rango permisible de gradación para este punto de inflexión.

La metodología utilizada para la estabilización de suelos con relave, ha considerado las siguientes Normas:

- Distribución Granulométrica ASTM D 422/AASHTO T-88
- Límites de Consistencia ASTM D 4318
- Densidad Máxima y Humedad Óptima - Proctor Modificado AASTHOT-180.

Como estabilizador, se ha utilizado relave Mina SAN IGNACIO DE MOROCOCHA de acuerdo a la Norma ASTM C-150, para los materiales NC-01 al NC-07, La calidad del agua utilizada cumple con los parámetros químicos; PH entre 5.5 a 8,0 y ya su vez los sulfatos expresado en ion SO_4 son menores a 1 gr/l.

El límite líquido, índice plástico y límites de contracción de los materiales en función del contenido de relave, el límite líquido se mantiene prácticamente constante por consiguiente la caída de valores del índice plástico (IP) se debe al aumento del límite plástico; referente a los resultados de límite de contracción, estos se incrementan gradualmente según se adiciona mayor porcentaje de relave, lo cual es indicativo de mejora en la estabilidad volumétrica con relación a los suelos en estado natural.

- b) En el año 2010, en Perú se realizó el Estudio denominado **"Reúso de Relaves Mineros como Insumo para la Elaboración de Agregados de Construcción para Fabricar Ladrillos y Baldosas"**, teniendo como Autores / Ponentes a: Alfonso A. Romero (Profesor coordinador de la Facultad de Ingeniería Industrial UNMSM), Silvana L. Flores (Presidente de la Asociación Nacional Técnica de Estabilizados de suelos y reciclado de firmes ANTER), cuyo objetivo de la presente investigación es proponer una alternativa de solución a la problemática ambiental nacional crítica, mediante la aplicación

de un valor agregado de manera directa al relave, que permita el reúso de relave bajo la forma de agregado de construcción para la fabricación de ladrillos y baldosas.

En el año 2010, la Pontificia Universidad Católica del Perú, publicó la tesis del Ing. Civil Gerson Alfredo Anicama Acosta, titulado **“Estudio Experimental del Empleo de Materiales de Desecho de Procesos Mineros en Aplicaciones Prácticas con Productos Cementicios”**, cuyo objetivo es verificar a través de ensayos experimentales la factibilidad del uso de los mismos en concreto, además de proponer aplicaciones prácticas para el concreto encontrado; que puedan usarse en poblaciones cercanas a las operaciones mineras.

Es importante comentar lo siguiente:

- Uno de los métodos más utilizados para elaborar diseños de mezcla es el contemplado en el ACI 211. Este documento nos da un alcance para comenzar a trabajar y encontrar proporciones aproximadas en el diseño de un concreto nuevo. Adicionalmente a esto y para poder conseguir un mejor aspecto de nuestro concreto, ya que inicialmente con el método ACI obtuvimos un concreto patrón ligeramente pedregoso, se realizaron mezclas de prueba con diferentes proporciones de Agregado Fino-Agregado Grueso; concluyendo que con 50%-50% se conseguía un buen aspecto del concreto en estado fresco.
- Cabe señalar que los relaves reciben un tratamiento continuo para que, una vez que la mina finaliza sus operaciones, puedan reposar en la zona donde fueron ubicados sin alterar el ambiente, siendo incluso re vegetados (todo este procedimiento se encuentra detallado en el plan de cierre de cada mina. Un caso especial se da en las minas subterráneas (de socavón), en las cuales los relaves pueden

eventualmente ser usados como relleno para cubrir los túneles abiertos para acceder al mineral, al mismo tiempo de garantizar la estabilidad de la estructura de la roca.

- c) En el año 2009, se realizó la siguiente investigación denominado **"Utilización de Polímeros en la Estabilización de Suelos para su Uso en Carreteras, Ejecución de un Tramo Experimental en el Enlace de Jedula de la A-382 "**, elaborado por el consorcio ANGEL MIRANDA & CIA, cuyo objetivo es probar un nuevo aditivo (polímero) en la estabilización de suelos, que conjuntamente con la cal, permitan mejorar la propiedad de los suelos tratados, así como ampliar el espectro de los suelos que puedan ser tratados.

Es importante comentar lo siguiente:

- Este proyecto de investigación propone estudiar la aplicación de un aditivo de naturaleza polimérica a la estabilización de suelos, que conjuntamente con la cal nos dé un material suficientemente bueno para ser empleado en las capas granulares del firme, la solución de proyecto contempla 13cm de mezcla bituminosa en caliente (5cm de S-12 y 8 cm de D-20) y a continuación 45cm de zahorra artificial como base granular. Este paquete de firmes se colocaba sobre una capa de 75cm de suelo seleccionado y de 40cm de suelo adecuado.
- Teniendo en cuenta lo anterior se propone cambiar los 45cm de zahorra artificial por el mismo espesor de un suelo estabilizado con cal y con el polímero Base - Seal como aditivo.
- El concentrado Base - Seal se presenta como liquido incoloro, transparente, de fuerte reacción alcalina, soluble en agua. Corresponde a una solución acuosa concentrada de silicatos de

sodio que se obtienen fundiendo arena y carbonato o sulfato de sodio. Su composición es de las más variables (mono silicato, meta silicato, poli silicato, etc) y están más o menos hidratados o son más menos solubles, según la forma de prepararlos y el grado de pureza. Se presentan en polvo o en cristales incoloros, en masas vítreas (vidrio soluble) o en disoluciones acuosas más o menos viscosas.

- El aditivo en estudio es un catalizador polimérico indicado para suelos cohesivos y semicohesivos. Se trata de una sustancia química que reacciona con los iones libres del suelo, especialmente con productos cálcicos.
- La Normativa de referencia en temas de firmes y explanadas no contempla la utilización de polímeros para la estabilización de suelos, por lo que se tuvo que buscar normativa de referencia en otros países donde se reflejaran los requisitos que tienen que cumplir este tipo de aditivos para poder ser utilizados en la estabilización de suelos. Este tipo de técnicas ha sido utilizada desde hace muchos años en Estados Unidos donde la norma de referencia para estos casos es la ASTM D4609 [1], estableciendo un claro protocolo de ensayo para poder determinar si un producto puede considerarse adecuado para la estabilización de suelos. En resumen, esta norma en su apartado 8.1.4. indica que "cualquier producto que consiga un incremento de 345 Kpa y además que garantice que al sumergir las probetas en agua, estas no se desmoronen, puede considerarse apto para la estabilización".

2.2. BASES TEÓRICAS.

2.2.1. Composición de la Infraestructura Vial y la Red Nacional.

Nuestra red vial está clasificada en tres categorías: carreteras nacionales, departamentales y vecinales. Cuenta con un aproximado de 86,965 kilómetros de extensión, de los cuales 13,683 kilómetros se encuentran pavimentados (16% de la red total). La red nacional incluye 25,165 kilómetros (29%), la departamental 14,500 kilómetros (17%) y las vecinales 47,300 kilómetros (54%).

La red vial nacional comprende las rutas o ejes troncales de importancia nacional. Vincula las capitales de departamento, principales ciudades, áreas productivas, puertos y fronteras. Asimismo constituye la base de todo el sistema de carreteras del país, a partir de la cual se articulan las redes viales departamentales y vecinales. El 44% de estas vías se encuentran asfaltadas, 49% afirmadas y el resto sin afirmar y trocha. Este tipo de red vial soporta los mayores volúmenes de tráfico, movilizand o aproximadamente el 90% de la carga y 80% de los pasajeros que realizan viajes interprovinciales. La red vial departamental comprende las rutas de importancia regional que articula a las capitales de departamento con las principales ciudades de cada región. Solo el 11% de las vías departamentales se encuentran asfaltadas, el 77% están afirmadas y el 7% restante son vías sin afirmar o en condición de trocha.

La red vial vecinal está formada por las vías de escala provincial que son fundamentales para el desarrollo rural. De estas sólo el 2% están asfaltadas y el 98% están afirmados.

Tabla 2.1: Estado de la Red Vial en el Perú.

TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA	RED NACIONAL		RED DEPARTAMENTAL		RED VECINAL	
	Km	%	Km	%	Km	%
Asfaltado	10983	44%	1600	11%	1100	2%
Afirmado	12249	49%	11100	77%	46200	98%
Trocha	1934	7%	1800	17%	0	0%
Total por red	25,165		14,500		47,300	

Fuente: Provias Nacional 2007.

2.2.2. Carreteras no Pavimentadas.

2.2.2.1. Definición.

Aquellas que tienen una superficie de rodadura formada por materiales granulares y que han sido sometidas a tratamientos superficiales, con trabajos previos de alineación, con apropiada sección transversal y longitudinal, y adecuado drenaje; o que han sido trabajadas sin ningún tratamiento alguno tales como los caminos de herradura o trochas que son construidos por la necesidad de acceder a lugares remotos.

2.2.2.2. Características.

Los principales elementos que componen este tipo de carretera son:

La plataforma: Lo constituye fundamentalmente la superficie de rodadura, franja que es utilizada para la circulación de los vehículos. Tiene la función de soportar las cargas vehiculares y de mejorar drenaje para un mejor mantenimiento en el tiempo. Está construida de tal forma que el eje central esté elevado con respecto a las laderas (normalmente entre 2% y 3% de bombeo).

Las Obras de Drenaje: configuran un sistema que evita el acumulamiento del agua superficial que puede filtrarse hacia la

151

base o subbase, lo que genera daños estructurales y superficiales. Dentro de este sistema tenemos el drenaje superficial (bombeo, cunetas, zanjas de coronación, alcantarillas y canales) y el sub drenaje (filtros longitudinales, drenes, etc.). Los agregados en la conformación de este tipo de carreteras se deben disponer de una buena mezcla con adecuadas arenas y finos que actúen en principio contra la acción del tráfico y el escurrimiento del agua.

2.2.2.3. Clasificación.

Las presentes especificaciones se aplican para el diseño de carreteras con superficie de rodadura de material granular, según correspondan a la clasificación que se establece en el Manual de Diseño Geométrico DG-2001 del MTC del Perú, como sigue:

- **Clasificación por su Función:**

- a) Carreteras de la Red Vial Nacional.
- b) Carreteras de la Red Vial Departamental o Regional.
- c) Carreteras de la Red Vial Vecinal o Rural.

- **Clasificación por el Tipo de Relieve y Clima:**

Carreteras en terrenos planos, ondulados, accidentados y muy accidentados. Se ubican indistintamente en la costa (poca lluvia), sierra (lluvia moderada) y selva (muy lluviosa).

- **Tipo de Obra por Ejecutarse:**

El manual es de aplicación para el diseño de proyectos de carreteras no pavimentadas de tierra y afirmadas. Para obras que configuran la siguiente clasificación de trabajos:

- a. Mantenimiento rutinario. Conjunto de actividades que se realizan en las vías con carácter permanente para conservar sus niveles de servicio. Estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas principalmente a labores de limpieza, bacheo, perfilado, roce, eliminación de derrumbes de pequeña magnitud.
- b. Mantenimiento periódico. Conjunto de actividades programables cada cierto período que se realizan en las vías para conservar sus niveles de servicio.
Estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas principalmente a labores de desencalaminado, perfilado, nivelación, reposición de material granular, así como reparación o reconstrucción puntual de los puentes y obras de arte.
- c. Rehabilitación. Ejecución de las obras necesarias para devolver a la vía, cuando menos, sus características originales, teniendo en cuenta su nuevo período de servicio.
- d. Mejoramiento. Ejecución de las obras necesarias para elevar el estándar de la vía, mediante actividades que implican la modificación sustancial de la geometría y la transformación de una carretera de tierra a una carretera afirmada.
- e. Nueva construcción. Ejecución de obras de una vía nueva con características geométricas acorde a las normas de diseño y construcción vigentes.

2.2.3. Deterioro en Carreteras sin Pavimentar.

2.2.3.1. Descripción del Mecanismo de Deterioro.

El mecanismo de deterioro de un camino sin pavimentar a diferencia de las carreteras pavimentadas consiste en un proceso progresivo más acelerado. Los finos al mezclarse con la humedad aglutinan a las fracciones más gruesas, y bajo la acción abrasiva de los neumáticos (acción del tráfico) llegan a pulverizarse en condiciones secas. Estos finos pulverizados aparecen como material particulado en suspensión (polvo) y por la constante pérdida de éstos es que los agregados gruesos están de manera suelta ante la acción del tráfico, y es así que la superficie de rodadura comienza a desgastarse de manera progresiva dando lugar a la formación de las depresiones, baches, y ondulaciones. Estos problemas estructurales y superficiales se presentan debido a la acción del tráfico y a las condiciones climáticas (lluvias, presencia de hielo, efecto del deshielo). El deterioro ocurre en varias etapas, desde un deterioro lento que no se percibe hasta un deterioro crítico donde se evidencia en una descomposición total del camino que involucra una nueva conformación o rehabilitación de la vía.

2.2.3.2. Defectos Comunes en Vías sin Pavimentar.

Los defectos más comunes en vías sin pavimentar fueron tratados a profundidad por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos, quienes publicaron un estudio llamado "Unsurfaced Road Maintenance (Special Report 87-15)" en 1987, actualizado en el reporte del 92-96. Este estudio se basó en la evaluación de la magnitud y gravedad de los defectos donde se identificó siete situaciones o problemas tipificados de la siguiente forma:

Sección Transversal Impropia: Al ocurrir esto la carretera estará propensa a sufrir deterioro por problemas de circulación y de drenaje, por lo que se debe presentar una pendiente transversal suficiente para que las aguas superficiales sean evacuadas de manera rápida fuera de la plataforma.

Drenaje Inadecuado: Se caracteriza por la acumulación de agua superficial en la plataforma, no necesariamente por el mal drenaje superficial o la inexistencia de elementos de drenaje profundo, sino por falta de mantenimiento en las obras de arte.

Ondulaciones: Se distinguen por las deformaciones que ocurren en la superficie de rodadura, en intervalos regulares y perpendiculares al tráfico. Su origen se debe a una serie de factores tales como: continuo tráfico de vehículos, pérdida de finos, deficiencias en la capacidad de soporte, pendiente inadecuada y capas granulares de mala calidad.

Exceso de Polvo: Se origina por la pérdida de la fracción fina de la base o de la capa granular de afirmado cuyo contenido en la mezcla es excesivo. Produce incomodidad dado que afectan: a la población, a la salud, a la operatividad de los vehículos y a los costos de mantenimiento al perder el equilibrio entre las mezclas de los agregados.

Baches: Se genera debido a los siguientes factores: Inexistencia de capas de revestimiento, deficiencias en la composición de la mezcla, ausencia de partículas aglutinantes en la composición de la carpeta de rodado, plataforma mal drenada y sin inclinación transversal.

Segregación de agregados: Se genera por el constante paso de vehículos sobre la superficie de circulación. Como resultado los agregados gruesos se depositan junto a los surcos de las ruedas y en su mayoría en los bordes de la plataforma. La causa principal es la falta de aglutinantes en la composición de las mezclas en los materiales.

2.2.4. Conservación Vial.

2.2.4.1. Definición.

Conjunto de operaciones necesarias para la preservación y mantenimiento de una carretera y de cada uno de sus elementos componentes y complementarios en las buenas condiciones para el tráfico compatibles con las características geométricas, capa de rodadura que tuvo cuando fue construida, o al estado último a que ha llegado después de las posibles mejoras que haya recibido a lo largo del tiempo.

2.2.4.2. Enfoque Actual.

Se trata de un cambio en la concepción tradicional de trabajo de actuar para reparar lo dañado, adoptándose una política de carácter preventivo para la conservación vial. Esto garantiza que los caminos nacionales y vecinales tengan los niveles necesarios para una adecuada circulación vial en todas las épocas del año.

2.2.4.3. Importancia en la Conservación Vial.

Es importante mantener los caminos porque permite:

- Garantizar un confort adecuado y seguridad al usuario.
- Ahorro en los costos de operación de vehículos.
- Disminuye el tiempo perdido en el viaje.

- Mantiene la inversión en las etapas de construcción, reconstrucción o rehabilitación.

2.2.4.4. Ciclo de Vida de un Camino

Los deterioros de un camino, como ya se ha mencionado, se deben en principio al efecto del agua y del tráfico. Estos influyen en el progreso de desgaste y en la transitabilidad. Por eso el mantenimiento debe hacerse sostenidamente en el tiempo de manera preventiva, para así poder extender el tiempo de vida útil y reducir las inversiones en mantenimientos periódicos y no llegar a la reconstrucción. El ciclo de deterioro de un camino consta de cuatro fases:

Fase 1: Construcción. En esta fase el camino se encuentra en excelentes condiciones para la satisfacción de los conductores.

Fase 2: Deterioro Lento y Poco Visible. El camino presenta desgaste después de un tiempo, donde se evidencia de manera significativa el deterioro de la superficie de rodadura. Durante esta fase el camino se encuentra en buen estado.

Fase 3: Deterioro Acelerado. Aquí la carretera presenta mayor desgaste en la superficie de rodadura y en los demás elementos de la carretera. Se evidencia el deterioro acelerado y cada vez resiste menos al tránsito vehicular. Los daños comienzan a hacerse puntuales y en el tiempo se van extendiendo hasta afectar al camino. Tiene corta duración y es el comienzo de la aceleración del deterioro superficial.

Fase 4: Descomposición Total. En esta fase los vehículos elevan sus costos de operación y tienen dificultades para

143

circular. La capacidad del camino se ve reducida afectando así a los vehículos en los neumáticos, ejes, amortiguadores y el chasis.

2.2.5. Generalidades Sobre los Relaves Mineros.

2.2.5.1. Definición.

Los relaves (o cola) son desechos tóxicos subproductos de procesos mineros y concentración de minerales, usualmente una mezcla de tierra, minerales, agua y rocas.

Se definen como el desecho mineral sólido de tamaño entre arena y limo provenientes del proceso de concentración que son producidos, transportados o depositados en forma de lodo.

La adicción de relave minero al material de cantera para la estabilización a nivel de base de una carretera de tercer orden, por sus diferentes reacciones, en mayor y menor grado, produce un aumento de la estabilidad volumétrica de los materiales cohesivos y la resistencia a la compresión simple y el CBR.

2.2.5.2. Composición.

Los relaves contienen altas concentraciones de químicos y elementos que alteran el medio ambiente, por lo que deben ser transportados y almacenados en "tanques o pozas de relaves" donde lentamente los contaminantes se van decantando en el fondo y el agua es recuperada o evaporada. El material queda dispuesto como un depósito estratificado de materiales sólidos finos. El manejo de relaves es una operación clave en la recuperación de agua y evitar filtraciones hacia el suelo y napas subterráneas, ya que su almacenamiento es la única opción.

144

Dado que el costo de manejar este material es alto, las compañías mineras intentan localizar los "tanques o pozas de relave" lo más cerca posible a la planta de procesamiento de minerales, minimizando costos de transporte y reutilizar el agua contenida. El relave es de naturaleza polimetálica sulfurado, con alto contenido de metales pesados de cobre, plomo, zinc, hierro, cadmio, arsénico. Para determinar el material adecuado a utilizarse como pasta de relave en el relleno hidráulico del relave, se ha realizado diferentes ensayos en laboratorio.

2.2.5.3. Características.

a) Tipos de Residuos Mineros.

Hay diferentes y variados procesos para la extracción de mineral, comúnmente empleados en la industria minera. Pero esta guía trata solamente con los residuos sólidos y líquidos generados por la concentración y cianuración.

b) Características Químicas.

Los relaves son un material manufacturado y la naturaleza básica del proceso admite algunas generalizaciones razonables sobre el asunto.

Esto no es así, con respecto a las características químicas que pueden variar ampliamente de un yacimiento a otro. A este respecto, es importante anotar que varios depósitos de características diferentes, cada uno con distinta geoquímica, pueden ser explotados a lo largo de la vida de la mina, ocasionando las variaciones correspondientes en las características químicas de los relaves producidos.

c) Las Características Físicas.

Las características de los depósitos de relaves dependen fundamentalmente de la forma hidráulica de su deposición. Estas propiedades son importantes para comprender cómo responderá el depósito a la carga, a la infiltración y al movimiento sísmico.

2.2.6. Estabilización de Suelos.

2.2.6.1. Definición.

Según la normativa peruana la estabilización agrupa a un concepto general que considera el mejoramiento de las propiedades físicas y/o mecánicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos y/o físico-químicos. Se puede decir que la estabilización es el proceso mediante el cual se someten los suelos naturales a cierta manipulación o tratamiento para corregir alguna deficiencia o alterar sus propiedades físicas o mecánicas, de modo que se incremente o mejore un suelo, capaz de soportar los efectos del tránsito y las condiciones de clima más severas dándole estabilidad en cualquier condición de tiempo y servicio.

En si lo que hace es incorporar nuevos materiales o propiedades para soportar las fuerzas externas.

2.2.6.2. Objetivo de la Estabilización.

La estabilización de suelos tiene por objeto procurar por diversos medios la estabilidad de ellos para cualquier condición de tiempo y de servicio. Se entiende por estabilidad a la permanencia en el tiempo de las características mecánicas obtenidas al momento de la construcción. Estos medios o procesos van desde la incorporación a los suelos de materiales

142

o nuevos elementos que proporcionen estabilidad, hasta la formación de verdaderos mecanismos de defensa contra la acción de las fuerzas climáticas. La estabilización significa entonces, no solo llegar a un estado del suelo con suficiente resistencia a la acción destructora y deformante de las cargas, sino también asegurar la permanencia de ese estado a través del tiempo. Este último aspecto del proceso tiene fundamental importancia, ya que de su existencia, depende la existencia del primero.

2.2.6.3. Factores que Influyen en la Estabilización.

Las propiedades de los suelos están influenciadas por varios factores que pueden agruparse:

a) Factores en su Composición:

- Tipos y cantidades de minerales en la estructura del suelo.
- Tipos de cationes absorbidos.
- Forma, tamaños y distribución de las partículas de suelos (granulometría).
- Cantidad de agua en los poros.

b) Factores Ambientales:

- Contenido de humedad.
- Densidad.
- Presión atmosférica.
- Temperatura.
- Estructura del suelo.
- Cantidad de precipitación y evaporación.

c) Factores Externos:

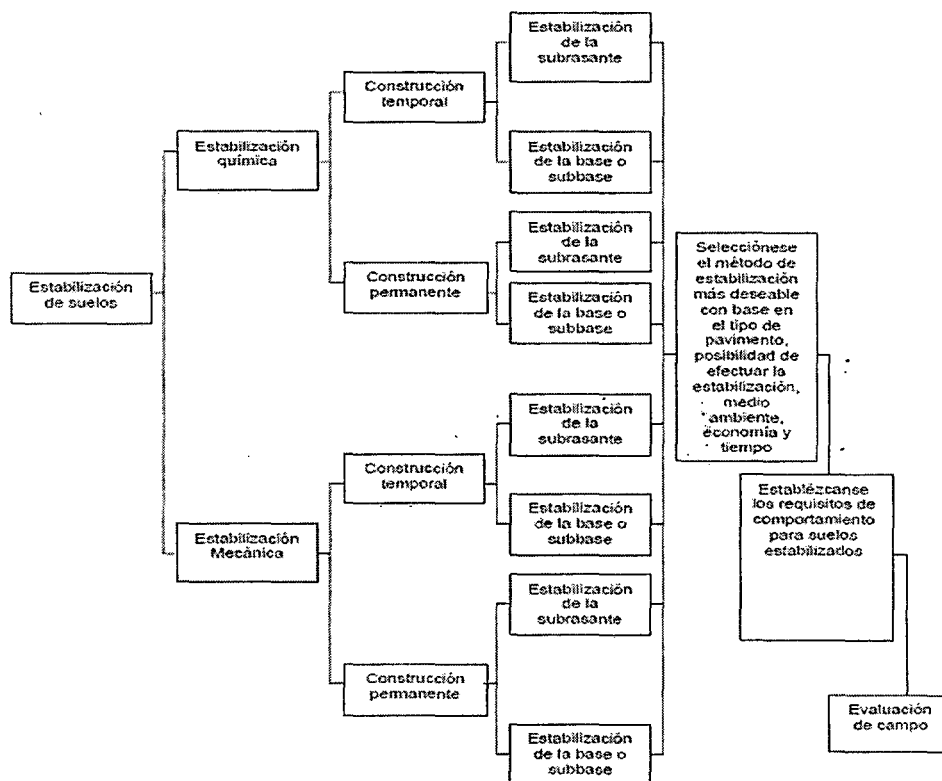
- Velocidad del vehículo.
- Número de ruedas por vehículo.
- Número de vehículos y peso del vehículo.

2.2.6.4. Tipos de Estabilización.

Una clasificación propuesta según Winterkornes:

- Estabilización mecánica, implica el tratamiento y la compactación de los suelos para su densificación.
- Estabilización física, comprende en buscar un buena granulometría usando materiales granulares o cohesivos.
- Estabilización química encierra los cambios que se le dan a las propiedades del suelo mediante el uso de agentes cementantes, ligantes asfálticos

Figura 2.2: Sistema Índice de Clasificación para Estabilización de Suelos Propuesto por Winterkornes.



Fuente: Fuente Tesis UNI.

2.2.6.5. Selección del Agente Estabilizante.

Una vez conocido e identificado el material, se procede a estudiar el posible candidato que servirá como agente estabilizador, para lo cual se presentan las alternativas y criterios de estabilización de suelo siguientes.

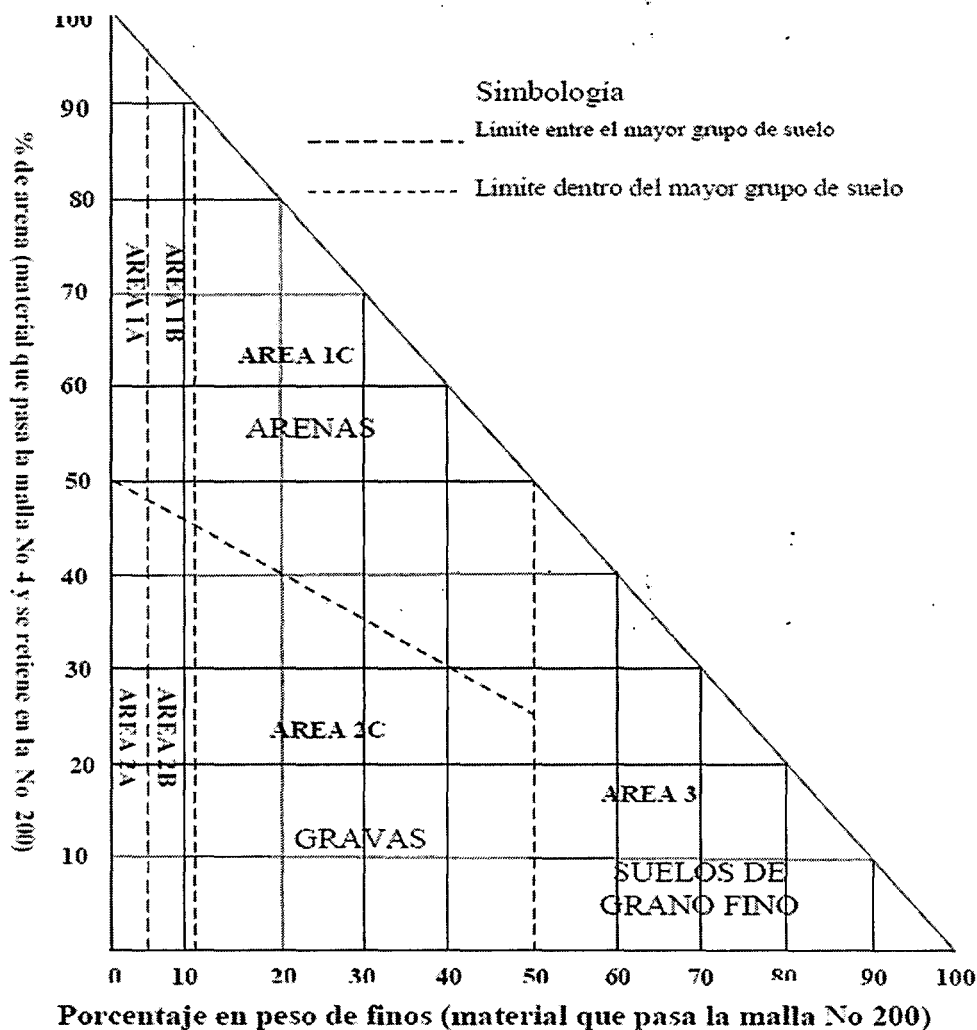
✓ Alternativas y Criterios para Estabilización de Suelos.

La selección del mejor agente para la estabilización de un suelo en base a algunas de sus propiedades es de mucha importancia, esto garantiza una mejor adecuación del mismo con respecto al tipo de suelo, evitando la utilización de un estabilizante inadecuado que pueda producir una mala estabilización y con resultados desfavorables. El siguiente procedimiento servirá en la selección del mejor agente estabilizador de acuerdo a los criterios para la ESTABILIZACION DE SUELOS PARA PAVIMENTO, Technical Manual No. 5-822-14. Air Force Manual No. 32-1019. Headquarters, Departments of the Army, and the Air Force Washington, D.C. 25 October 19.

De los factores que se consideran en la selección del estabilizante, el más importante es el tipo de suelo con el cual se realizara este proceso. La selección del agente estabilizante se hace usando la figura 2.3 y la tabla 2.1. El triángulo de la granulometría del suelo en la figura 4.2 está basado en las características de tamaño de partículas de los suelos y en las características de pulverización. El proceso de selección del estabilizante se continúa con la tabla 2.1 como se indica para cada área mostrada en la figura 2.3 Las restricciones se basan en la granulometría y en el índice de plasticidad (IP), se usa la segunda columna de la tabla 2.1;

en esta, se enlistan los símbolos para la clasificación de suelos que se aplica para cada área determinada por la figura 2.3, esto se hace para verificar que el área seleccionada es la apropiada, y debido a ello, la distribución granulométrica y los límites de Atterberg son usados para iniciar el proceso de selección. Los datos que se requieren para entrar a la figura 2.3 son: Porcentaje de material que pasa la malla No 200 y el porcentaje de material que pasa la malla No 4 pero que se retiene en la malla No 200. Al triángulo se entra con estos dos valores y donde se intercepten esa es el área (1A, 2A, 3, etc.)

Figura 2.3: Triángulo de Graduación para Seleccionar el Agente Estabilizante más Apropiado.



Fuente: SOIL STABILIZATION FOR PAVEMENTS, Technical Manual No. 5-822-14. Air Force Manual No. 32-1019. Headquarters, Departments of The Army, and the Air Force Washington, D.C. 25 October 1994.

El área determinada por la figura 2.3 y el suelo clasificado se encuentra en la segunda columna de la tabla 2.1.

El posible agente estabilizador del suelo se encuentra en la tercera columna y las restricciones para el uso del agente estabilizante considerado se encuentran en columna 4 y 5 del mismo cuadro informativo. Por ejemplo, para el suelo de análisis en esta investigación clasificado como CL, con 97.7% que pasa la malla No.4 y 50.2% que pasa la malla No.200, con un límite líquido de 36% y límite plástico de 24%. Se tiene que el 47.4% del material esta entre la malla No.4 y la malla No. 200 y el índice plástico es 12%.

Entrando a la figura 2.3 con los valores de 50.2% que pasa la malla No.200 y 47.4% entre la No.4 y No.200, la intersección de estos valores se encuentra en el área 3. Con esto se va a la columna de la tabla 2.1 y se encuentra el área 3 y se verifica la clasificación del suelo, CL, en la segunda columna.

En la tercera columna se encuentran los agentes estabilizantes que se pueden usar para ese suelo en particular. A demás de tomar en cuenta las restricciones que se presentan en las siguientes columnas.

Tabla 2.1: Selección del Aditivo Estabilizante.

Area	Clase de Suelo	Tipo de estabilizante aditivo recomendado	Restricción en el límite líquido e índice plástico del suelo	Restricción para el porcentaje que pasa la malla No 200	Observaciones
1A	SW, SP	(1) Bituminosos (2) Cemento Pórtland (3) Cal-cemento-cemento-ceniza volátil	Índice Plástico <25		
1B	SW-SM SP-SM SW-SC SP-SC	(1) Asfaltos (2) Cemento Pórtland (3) Cal-cemento-cemento-ceniza volátil	Índice Plástico <10 Índice Plástico <30 Índice Plástico <12 Índice Plástico <25		
1C	SM, SC SM-SC	(1) Bituminosos (2) Cemento Pórtland (3) Cal-cemento-cemento-ceniza volátil	Índice Plástico <10 Índice Plástico <12 Índice Plástico <25	No exceda en 30% en peso	
2A	GW, GP	(1) Bituminosos (2) Cemento Pórtland (3) Cal-cemento-cemento-ceniza volátil	Índice Plástico <25		
2B	GW-GM GP-GM GW-GC GP-GC	(1) Bituminosos (2) Cemento Pórtland (3) Cal-cemento-cemento-ceniza volátil	Índice Plástico <10 Índice Plástico >30 Índice Plástico <12 Índice Plástico <25		Solamente Material bien graduado y que contenga hasta 45% en peso de material que pasa la malla No 4
2C	GM, GC GM-GC	(1) Asfaltos (2) Cemento Pórtland (3) Cal-cemento-cemento-ceniza volátil	Índice Plástico <10 Índice Plástico <12 Índice Plástico <25	No exceda en 30% en peso	Solamente Material bien graduado y que contenga hasta 45% en peso de material que pasa la malla No 4
3	CH, CL, MH, ML, OH, OL, ML-CL	(1) Cemento Pórtland (2) Cal	Límite Líquido <40 Índice Plástico <20 Índice Plástico >12		Solamente Material bien graduado y l que contenga hasta 45% en peso de material que pasa la malla No 4

Fuente: SOIL STABILIZATION FOR PAVEMENTS, Technical Manual No. 5-822-14. Air Force Manual No. 32-1019. Headquarters, Departments of The Army, and the Air Force Washington, D.C. 25 October 1994.

2.2.7. Definición Teóricas de los Ensayo de Campo y Laboratorio.

Los ensayos de campo son pruebas que se realizan in situ basándose en muestras tomadas en la zona de estudio mediante la realización de calicatas, o incluso excavaciones de mayores dimensiones en planta (zanjas) para explorar el terreno. Estas prospecciones permiten la toma de muestras inalteradas para realizar ensayos de laboratorio posteriores, y/o de muestras alteradas para realizar ensayos de identificación y compactación. La ejecución de calicatas y la correspondiente toma de muestras deben quedar bien documentadas. Para ello, conviene dejar constancia de al menos, los siguientes detalles:

Ubicación, indicando sus coordenadas.

- Fecha de realización.
- Documentación fotográfica, en color.
- Descripción de los terrenos encontrados.
- Existencia de agua.
- Posible ubicación del nivel freático.
- Relación de las muestras tomadas, con identificación suficiente.
- Relación de ensayos in situ, en su caso.
- Otros posibles detalles que se consideren de interés.

Los ensayos de laboratorio más sencillos y frecuentes están destinados a definir la naturaleza del terreno, y se recogen en la identificación, clasificación y estado del terreno a estudiar. Los ensayos de laboratorio destinados al estudio de la resistencia, la deformabilidad y la permeabilidad son más complejos y se realizan para caracterizar terrenos previamente identificados. Todos los ensayos de laboratorio deben ir precedidos por una descripción de la muestra, que incluirá los detalles relativos a su grado de alteración, embalaje, transporte y conservación en laboratorio y procedimientos de ensayo empleados. Debe distinguirse entre dos tipos de «muestras»: la que se toma «in situ» y la que

posteriormente se ensaya en laboratorio, a veces llamada «probeta», que se elabora o «prepara» a partir de la anterior. Una muestra de terreno normalmente puede dar lugar a varias probetas ensayadas en el laboratorio, si su tamaño lo permite. Según la preparación de las muestras que se van a ensayar, se clasifican en:

- Inalterada: Cuando procede de una muestra inalterada de campo, cuyas características no varían al tallarla o prepararla.
- Alterada: Cuando se tomó o llegó alterada, o fue modificada por la preparación.
- Remoldeada: Totalmente alterada, con humedad similar a la natural.

El número de muestras obtenidas, según la heterogeneidad deberá ser estudiada mediante ensayos de laboratorio, cuyos modos operativos se indicaran a continuación, es fácil comprender que cuando se ensaya, con una pequeña masa de suelo, digamos con unos pocos kilogramos y los resultados son extrapolados para describir las propiedades de toneladas de material en el terreno, se debe tener un gran cuidado en que la muestra sea representativa del suelo, que se va a describir. Por lo que es necesario emplear todos los medios posibles para reducir y/o eliminar los errores de los ensayos en laboratorio. Probablemente una de la mayor fuente de error en la extrapolación de resultados de ensayo al terreno.

En los ensayos de laboratorio, el confiar en los resultados de un solo ensayo para obtener los datos deseados del suelo, es un riesgo excesivo, es preferible tener tres o en lo posible más ensayos; dos ensayos puede ser desconcertantes, a menos que los resultados coincidan muy de cerca. En el caso de resultados muy dispares, puede ser necesaria una elección, ya que al promediar los resultados podrían ser altamente conservativos o inseguros. Por lo que la extracción de las muestras nos permitirá realizar

ensayos que permitan el rechazo de cualquier ensayo que este fuera de línea.

2.2.8. Definición de Cantera.

Se llama cantera a la fuente de aprovisionamiento de suelos y rocas necesarias para la construcción de una obra. Una cantera es una explotación minera, generalmente a cielo abierto en la que se obtienen rocas industriales, ornamentales o áridas, dependiendo del tipo de material que se busque, puede ser de suelos, rocas o mixtas.

Es nuestro interés el estudio de las canteras de donde se extrae material de cantera para la utilización en carreteras de tercer orden a nivel de base, que se requieren con ciertas características y requisitos que iremos analizando de acuerdo a ensayos que forzosamente hay que realizar para determinar si el material de cantera a emplear son o no aptos para la utilización en carreteras de tercer orden a nivel de base.

De acuerdo a los requisitos, se puede tener una selección de cantera se tendrá que tener en consideración lo siguiente:

- Disponibilidad del material de donde debe considerarse no solo que haya cantidad suficiente sino que tenga potencia o proporción suficiente de material de cantera requerido.
- Calidad del mismo de lo cual se puede hacer una estimación preliminar visualmente in situ y luego se debe verificar mediante los ensayos de laboratorio que son fundamentales para aceptar cercanía o rechazar el material de cantera.
- Cercanía de la obra a la cantera y acceso a la misma (medios de transporte) que influyen en el costo del proyecto y que determinan la elección de una entre varias canteras que tengan material de cantera similares.

133

Todos estos aspectos demandan solamente de la inspección ocular y visita a la zona, sino del análisis de lo que se denomina calidad de material de cantera, que se efectúa con los resultados de los ensayos realizados a los mismos en el laboratorio para saber las propiedades características que no son solo diversos, sino muchas de las cuales deben guardar relación entre sí.

En el presente estudio, para determinar la selección de una cantera adecuada para la utilización en carreteras de tercer orden a nivel de base, se analizara principalmente la calidad y características del material de cantera ubicado en la cantera Ccochaccasa (Vía Huancavelica - Lircay Prog. Km. 50+300) y la zona del relave minero de la mina Acchilla.

2.2.9. Exploración de Cantera.

2.2.9.1 Exploración.

Se define así al conjunto de actividades que determina si un banco, mina de material o fuente de agua, reúne las condiciones para su explotación. Independientemente de todas las consideraciones evaluadas hasta ahora, un problema de orden práctico lo constituye la búsqueda, calificación y explotación de canteras para una obra en particular.

Existen diversos métodos de explotación para investigar, el primer paso corresponde al reconocimiento del terreno in situ, tipo de material de cantera, volumen necesario, disponibilidad de los materiales, estos datos pueden obtenerse por referencia de otros bancos de materiales explotados anteriormente o mediante los métodos exploratorios, como son: Estudio de mapas geológicos o fotografías aéreas y como etapa definitiva, tener en cuenta la elaboración de un programa de explotación de terreno, dentro de los parámetros permisibles y no alterar los recursos

naturales no renovables, evitando dañar el medio ambiente de la zona.

a) Métodos de Exploración.

Para la exploración y localización de los bancos de materiales y fuentes de agua, se llevan a cabo por métodos exploratorios, como son: la fotointerpretación, el método de prospección física o por reconocimiento terrestre directo.

A continuación presentamos los procesos de los métodos anteriormente mencionados:

a.1) Fotointerpretación:

Esta técnica es empleada basados en el estudio de fotografías aéreas que se encuentra a escala, de estas observaciones, se tiene una serie de datos que permiten la identificación de los tipos de formaciones del suelo y rocas. Entre los datos podemos obtener del estudio fotointerpretación; se encuentra la clasificación petrográfica, descripción morfológica o grados de meteorización y descripción de fracturas, grietas, fallas, etc.

Recubrimiento del área no aprovechable para la construcción.

a.2) Prospección Física:

Llamada también exploración indirecta, este método emplea métodos geofísicos que interrelacionan parámetros físicos de fuerza cuando se manifiesta diferencias en dichos parámetros, indican que también hay diferencias en el sub suelo en estudio,

por lo tanto, establecen características de espesor de subsuelo en estudio. Existen tipos de elementos, mencionaremos algunos casos como son: gravimétrico, sísmico magnético, eléctrico, etc.

a.3) Reconocimiento Terrestre Directo:

Este método es necesario la opinión de un geólogo, que nos pueda dar a conocer el origen de los materiales (rocas, agregados, materiales de cantera, etc.), a la vez están dan origen, a los materiales pétreos o inertes que se requieren en la construcción.

b) Muestreo.

El muestreo es la recolección de material de cantera de acuerdo a como se encuentra en la cantera. Esta fase debe ser cuidadosa, porque la muestra debe ser representativa de todo el material, para que los ensayos arrojen resultados coherentes con la realidad. Estos se efectúan recolectando la calidad adecuada de material, dependiendo del ensayo que se desees realizar.

Si en una misma cantera hay dos o más zonas diferenciadas, se puede zonificar la cantera para mostrar de acuerdo a esta, estas muestras o las muestras si queremos zonificar la cantera, bien identificadas y cerradas herméticamente para conservar su contenido de humedad natural del material, se llevan al laboratorio para ser ensayadas y posteriormente evaluadas sus resultados para determinar su empleo en obra. Para realizar el estudio del material de cantera Ccochaccasa (Vía Huancavelica -

Lircay Prog. Km. 50+300) y la zona del relave minero de la mina Acchilla, se obtuvo una muestra representativa de la zona.

Se ubicaron de forma estratégica, de tal manera que el muestreo se a lo más representativo posible en la cantera, poniendo especial cuidado que la muestra obtenidas sean limpias y carezcan de impurezas.

2.2.10. Potencia y Rendimiento de la Cantera Ccochaccasa.

2.2.10.1. Potencia.

Es el volumen de material existente que se pueda extraer del banco de materiales previa limpieza de sus alrededores, dicha cantidad explotable puede utilizarse en los mantenimientos periódicos de las carreteras.

a) Potencia bruta.

Se obtiene del multiplicar el área total de banco de materiales por la profundidad investigada.

b) Potencia Neta.

Es la potencia bruta menos los volúmenes de desbroce (superficie que tiene que eliminarse).

c) Potencia Aprovechable.

Es la potencia neta menos el over.

2.2.10.2. Rendimiento.

Es la cantidad aprovechable para un fin específico, en este caso particular, es para la explotación del material de cantera para la ejecución de obras viales en el distrito de Ccochaccasa.

120

Para poder determinar un rendimiento de estos bancos, en la vía en mención, se deberá conocer alguna información adicional que se asumirá.

2.2.11. Especificaciones Técnicas que debe Cumplir el Material de Canteras.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, tiene como función formular las normas sobre el uso y desarrollo de la infraestructura de carreteras y ferrocarriles, así como emitir los manuales de diseño y especificaciones técnicas para la ejecución de los proyectos viales.

En este contexto, el MTC ha elaborado el Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, teniendo en consideración que estas carreteras son de gran importancia en el desarrollo local, regional y nacional, por cuanto el mayor porcentaje de la vialidad se encuentra en esta categoría. Esta norma es de aplicación obligatoria por las autoridades competentes en todo el territorio nacional para los proyectos de vialidad de uso público, según corresponda. Por razones de seguridad vial, todos los proyectos viales de carácter privado deberán ceñirse como mínimo a esta norma. Complementariamente el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2001) del MTC rige en todo aquello, aplicable, que no es considerado en el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

Para tal efecto para verificar la calidad del material de cantera, estos deben ser sometidos a ensayos de laboratorio, debiendo cumplir con las especificaciones técnicas emitidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones que a continuación se muestra.

- Límite Líquido (ASTM D-4318): Máximo 35%.
- Índice Plástico (ASTM D-4318): Entre 4 y 9%.

- Abrasión (ASTM D-4318): máximo 50%.
- Valor Relativo de Soporte, CBR (ASTM D-1883) : Mínimo 50%
- Porcentajes de Compactación del Proctor Modificado (ASTM D-1557): Mínimo 100%.
- Variación en el Contenido Óptimo de Humedad del Proctor Modificado: $\pm 2.0\%$.
- Clasificación de suelos: SUCS y AASHTO.

Del mismo modo el relave minero tendrá que cumplir con ciertas especificaciones técnicas arriba mencionado por ser un tipo de suelo formado por grava y arena limosa. Además tendrá que realizarse el ensayo de análisis químico respectivo.

2.2.12. Ensayos de Laboratorio Realizados al Material de Cantera y Relave Minero.

2.2.12.1. Limite Líquido (ASTM D-4318).

a) Objetivo.

El límite líquido de un suelo es el contenido de humedad expresado en porcentaje del suelo secado en el horno, cuando éste se halla en el límite entre el estado plástico y el estado líquido. El valor calculado deberá aproximarse al centésimo.

Tabla 2.2: Relación entre el Potencial de Hinchamiento y el Limite Líquido según DAKSHANAMURTHY y RAMAN (1973).

Límite Líquido (%)	Grado de Expansión
0-20	No hay hinchamiento
30-35	Bajo hinchamiento
35-50	Hinchamiento medio
50-70	Hinchamiento muy alto
Mayor que 90	Hinchamiento extra alto

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

2.2.12.2. Índice Plástico e Limite Líquido (ASTM D-4318).

a) Objetivo.

Es la determinación en el laboratorio del límite plástico de un suelo y el cálculo del índice de plasticidad (I.P.) si se conoce el límite líquido (L.L.) del mismo suelo. Se denomina límite plástico (L.P.) a la humedad más baja con la que pueden formarse barritas de suelo de unos 3,2 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se desmoronen.

Tabla 2.3: Relación entre el Potencial de Hinchamiento y el Índice de Plasticidad Según SEED, WOODWARD y LUDDGREN, 1962.

Índice Plástico	Potencial de Hinchamiento
0-15	Bajo
10-35	Medio
20-55	Alto
35 o mas	Muy Bajo

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

Tabla 2.4: Relación entre el Índice de Plasticidad y Características de los Suelos.

Índice de plasticidad	Característica
IP > 20	suelos muy arcillosos
20 > IP > 10	suelos arcillosos
10 > IP > 4	suelos poco arcillosos
IP = 0	suelos exentos de arcilla

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

2.2.12.3. Abrasión (ASTM C-131).**a) Objetivo.**

Este método describe el procedimiento para terminar el porcentaje de desgaste de los agregados de tamaños menores a 37.5 mm. (1 ½") y agregados gruesos de tamaños mayores de 19mm. (¾"), por medio de la máquina de los ángeles.

2.2.12.4. Valor Relativo de Soporte, CBR (ASTM D-1883).**a) Objetivo.**

Describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, que es muy conocido, como CBR (California Bearing Ratio). El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad; pero también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno. Este índice se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, sub-base y de afirmado.

2.2.12.5. Porcentajes de Compactación del Proctor Modificado (ASTM D-1557).**a) Objetivo.**

Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en Laboratorio, para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 4 ó 6 pulgadas (101,6 ó 152,4 mm) de diámetro con un pisón de 10 lbf (44,5 N) que cae de una altura de 18

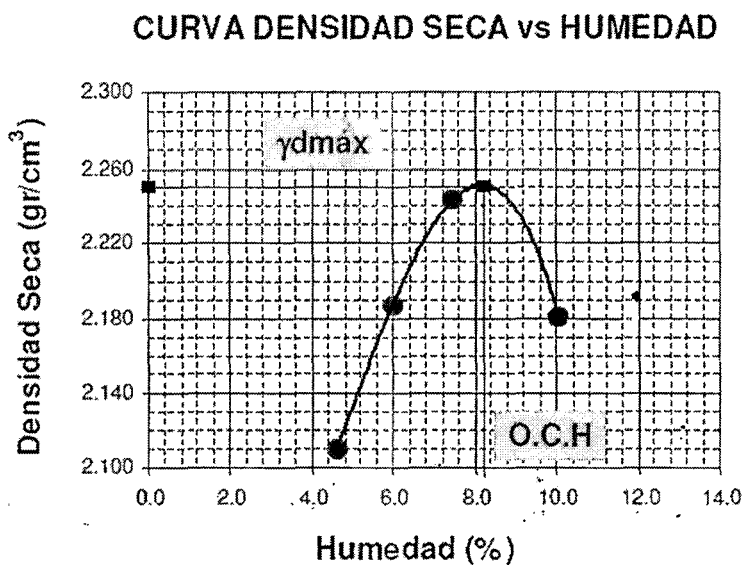
pulgadas (457 mm), produciendo una Energía de compactación de 56 000 lb-pie/pie³ (2 700 kN-m/m³).

Nota 1: Los suelos y mezclas de suelos-agregados son considerados como suelos finos o de grano grueso o compuestos o mezclas de suelos naturales procesados o agregados tales como grava, limo o piedra partida.

Nota 2: El equipo y procedimiento son los mismos que los propuestos por el Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos en 1945. La prueba de Esfuerzo Modificado es a veces referida como Prueba de Compactación de Proctor Modificado. Este ensayo se aplica sólo para suelos que tienen 30% ó menos en peso de sus partículas retenidas en el tamiz de 3/4" pulg (19,0 mm).

Nota 3: Para relaciones entre Peso Unitario y Contenido de Humedad de suelos con 30% ó menos en peso de material retenido en la malla 3/4" (19,0 mm) a Pesos Unitarios y contenido de humedad de la fracción pasante la malla de 3/4"(19,0 mm), ver ensayo ASTM D 4718 ("Método de ensayo para corrección del Peso Unitario y Contenido de Agua en suelos que contienen partículas sobredimensionadas").

Figura 2.4: Relación entre Densidad Seca vs Humedad.



Fuente: Tesistas.

Tabla 2.5: Rango Aproximado de OCH vs. Tipo de suelo.

Tipo de Suelo	Valor probable (%) OCH Ensayo Proctor Modificado
Grava tipo afirmado	4 - 8
Arena	6-10
Arena limosa	8-12
Limo	11-15
Arcilla	13-21

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

2.2.12.6. Variación en el Contenido Óptimo de Humedad del Proctor Modificado Norma ASTM C-566.

a) Objetivo.

El presente modo operativo establece el método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

2.2.12.7. Análisis Granulométrico Norma ASTM C-136.

a) Objetivo.

La determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de suelo.

Esta norma describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 74 mm (N° 200).

Tabla 2.6: Serie de Tamices Usados para el Ensayo por Tamizado Según la NORMA ASTM C-136.

.3" (75.0 mm)	N° 4 (4.75 mm)
2" (50.0 mm)	N° 10 (2.00 mm)
1 ½" (37.5 mm)	N° 20 (0.850mm)
1" (25.0 mm)	N° 30 (0.600mm)
¾" (19.0 mm)	N° 40 (0.425mm)
1/2" (12.5 mm)	N° 60 (0.250mm)
3/8" (9.5 mm)	N° 100 (0.150mm)
1/4" (6.3 mm)	N° 200 (0.075mm)

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

Tabla 2.7: Relación entre el Tamaño de las Partículas y el Tipo de Material.

Tipo de material	Tamaño de las partículas
Grava	75 mm – 2 mm
Arena	Arena gruesa: 2 mm – 0.2 mm
	Arena fina: 0.2 mm – 0.05 mm
Limo	0.05 mm – 0.005 mm
Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

Tabla 2.8: Husos Granulométricos Según la NORMA ASTM C-136.

Tamiz	Porcentaje que pasa	
	A-1	A-2
50 mm (2")	100	---
37.5 mm (1½")	100	---
25 mm (1")	90 - 100	100
19 mm (¾")	65 - 100	80 - 100
9.5 mm (3/8")	45 - 80	65 - 100
4.75 mm (N° 4)	30 - 65	50 - 85
2.0 mm (N° 10)	22 - 52	33 - 67
4.25 um (N° 40)	15 - 35	20 - 45
75 um (N° 200)	5 - 20	5 - 20

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

2.2.12.8. Clasificación de Suelos: SUCS y AASHTO.

a) Objetivo.

Determinadas las características de los suelos, según los acápites anteriores, se podrá estimar con suficiente aproximación el comportamiento de los suelos, especialmente con el conocimiento de la granulometría, plasticidad e índice de grupo y, luego clasificar los suelos. La clasificación de los suelos se efectuará bajo el sistema mostrado en el cuadro siguiente. Esta clasificación permite predecir el comportamiento aproximado de los suelos que contribuirá a delimitar los sectores homogéneos desde el punto de vista geotécnico.

A continuación se presenta una correlación de los dos sistemas de clasificación más difundido, AASHTO y ASTM.

Tabla 2.9: Nomenclatura de la Clasificación AASHTO y ASTM.

Clasificación de suelos AASHTO	Clasificación de suelos ASTM
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

2.2.12.9. Análisis Químico al Material de Relave Minero.

a) Objetivo.

Permite determinar la concentración o cualquier otra propiedad química del relave minero.

2.2.13. Cálculo de Espesor de la Capa Base de la Vía.

2.2.13.1. Generalidades.

La carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa - Tablapampa, será dotada de una capa a nivel de base, para un período de diseño de 06 años. La base es una capa estructural construida sobre la superficie de la subrasante, que permite resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y para mejorar las condiciones de comodidad y seguridad de tránsito.

El tipo y espesor de la base está determinado por el cálculo técnico - económico, que tiene en cuenta el volumen y la composición del tránsito, la capacidad portante de la subrasante, la disponibilidad de materiales apropiados en la zona y el costo de conservación.

Tabla 2.10: Características Básicas para la Superficie de Rodadura de las Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

Carretera de BVT	IMD Proyectado	Ancho de Calzada (M)	Estructuras y Superficie de Rodadura Alternativas (*)
T3	101-200	2 carriles 5.50-6.00	Afirmado (material granular, grava de tamaño máximo 5 cm homogenizado por zarandeado o por chancado) con superficie de rodadura adicional (mín. 15 cm), estabilizada con finos ligantes u otros; perfilado y compactado
T2	51-100	2 carriles 5.50-6.00	Afirmado (material granular natural, grava, seleccionada por zarandeo o por chancado (tamaño máximo 5 cm); perfilado y compactado, mín. 15 cm.
T1	16-50	1 carril(*) o 2 carriles 3.50-6.00	Afirmado (material granular natural, grava, seleccionada por zarandeo o por chancado (tamaño máximo 5 cm); perfilado y compactado, mín. 15 cm.
T0	<15	1 carril(*) 3.50-4.50	Afirmado (tierra) En lo posible mejorado con grava seleccionada por zarandeo, perfilado y compactado, mín. 15 cm
Trocha carrozable	IMD Indefinido	1 sendero(*)	Suelo natural (tierra) en lo posible mejorado con grava natural seleccionada; perfilado y compactado.

(*) Con plazdetas de cruce, adelantamiento o volteo cada 500 – 1000 m; mediante regulación de horas o días, por sentido de uso.

(**) En caso de no disponer gravas en distancia cercana las carreteras puede ser estabilizado mediante técnicas de estabilización suelo-cemento o cal o productos químicos u otros.

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

Para el cálculo del espesor de base de tendrá que tener en conocimiento ciertos parámetros que se mencionan a continuación:

a) Tráfico.

Desde el punto de vista del diseño de la capa de rodadura sólo tienen interés los vehículos pesados (buses y camiones), considerando como tales aquellos cuyo peso bruto excede de 2.5 tn. El resto de los vehículos que puedan circular con un peso inferior (motocicletas, automóviles y camionetas) provocan un efecto mínimo sobre la capa de rodadura, por lo que no se tienen en cuenta en su cálculo. El tráfico proyectado al año

horizonte, se clasificará según el Manual para el Diseño de Caminos no Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito, clasifica el tráfico proyectado al año horizonte, según lo siguiente:

Tabla 2.11: Relación entre el IMDA y la Clase de Tráfico.

CLASE	T0	T1	T2	T3
IMDA (Total vehículos ambos sentidos)	<15	16 - 50	51 - 100	101 - 200
Vehículos pesados (carril de diseño)	<6	6 - 15	16 - 28	29 - 56
Nº Rep. EE (carril de diseño)	< 2.5 x 10 ⁴	2.6x10 ⁴ -7.8x10 ⁴	7.9x10 ⁴ - 1.5x10 ⁵	1.6x10 ⁵ -3.1x10 ⁵

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

b) Ejes Equivalentes a 8.2T. Toneladas Acumuladas.

Para el cálculo de EE de 8.2 t, se usará las siguientes expresiones por tipo de vehículo pesado. El resultado final será la sumatoria de los tipos de vehículos pesados considerados:

$$\text{Nrep de EE 8.2t} = \sum [\text{EE día-carril} \times 365 \times (1+t)^{n-1}] / (t)$$

$$\text{EE día-carril} = \text{EE} \times \text{Factor Direccional} \times \text{factor carril}$$

EE = de vehículos según tipo x factor de carga x factor de presión de llantas.

Dónde:

Nrep de EE 8.2t= Número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2t.

EE día-carril = Ejes equivalentes por día para el carril de diseño.

365 = Número de días del año.

t= Tasa de proyección del tráfico, en centésimas.

EE= Ejes Equivalentes.

Factor direccional = 0.5, corresponde a carreteras de dos direcciones por calzada.

Factor carril= 1, corresponde a un carril por dirección o sentido.

Factor de presión de llantas = 1, este valor se estima para los CBVT y con capa de revestimiento granular.

c) Subrasante.

La subrasante es la capa superficial de terreno natural. Para construcción de carreteras se analizará hasta 0.45 m de espesor, y para rehabilitación los últimos 0.20 m.

Su capacidad de soporte en condiciones de servicio, junto con el tránsito y las características de los materiales de construcción de la superficie de rodadura, constituyen las variables básicas para el diseño del afirmado, que se colocará encima. Se identificarán cinco categorías de subrasante:

S0: Subrasante muy pobre CBR < 3%

S1: Subrasante pobre CBR = 3% - 5%

S2: Subrasante regular CBR = 6 -10%

S3: Subrasante buena CBR = 11 - 19%

S4: Subrasante muy buena CBR > 20%

2.2.13.2. Catalogo Estructural de Superficie de Rodadura.

Este método desarrollado por la National Association of Australian State Road Authorities (hoy AUSTROADS), fue analizada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2005), e incluida en el Manual para el Diseño de Caminos no Pavimentados de Bajo Volumen de Transito, en el cual adopta una secuencia adecuada para el diseño de caminos no

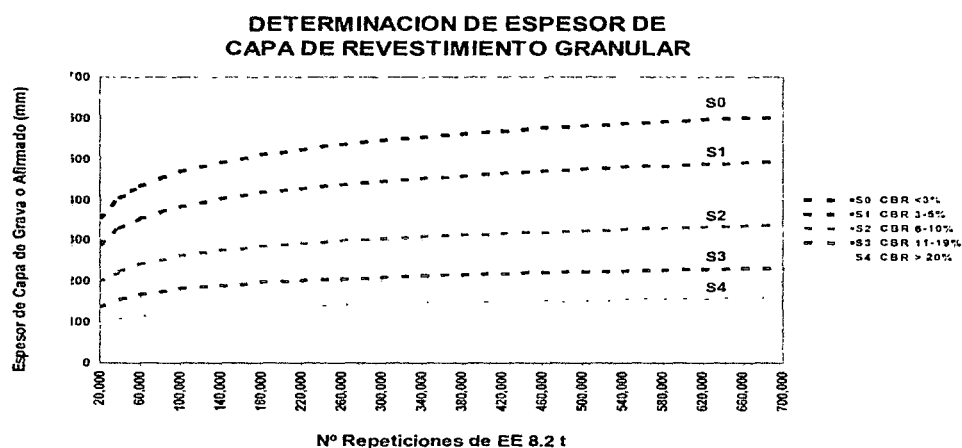
pavimentados, el cual se basa en la ecuación del método NAASRA, que relaciona el valor de soporte y el número de repeticiones de EE.

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} x \times (\text{Nrep}/120)$$

Donde:

- e = espesor de la capa de afirmado en mm
- CBR = valor del CBR de la subrasante
- Nrep = número de repeticiones de EE para el carril de diseño

Figura 2.5: Relación entre el valor de CBR de la Subrasante y el N° Repeticiones de EE 8.2 Tn.



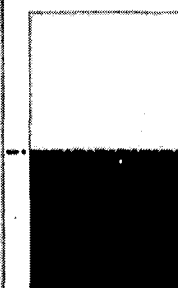
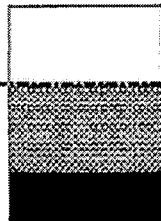
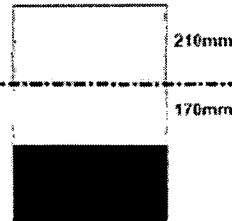
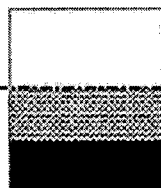
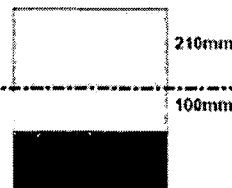
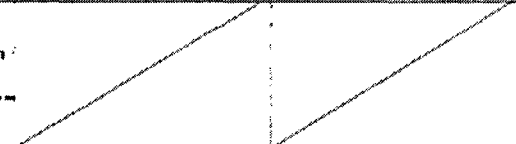
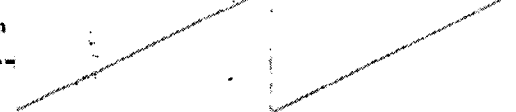
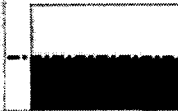
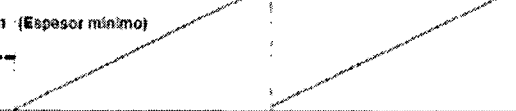
Sin ser una limitación, en éste manual de diseño se incluye catálogos de secciones de capas granulares de rodadura para cada tipo de tráfico y de subrasante. Estos han sido elaborados en función de la ecuación indicada.

En todo caso, se podrán ajustar las secciones de afirmado en función de las condiciones y experiencias locales, para lo cual:

- Se analizará las condiciones de la subrasante natural, la calidad de los materiales de las canteras, la demanda específica de tráfico en el tramo y se decidirá el espesor necesario de la nueva estructura de la capa granular de rodadura.

- En caso de que el tramo tenga ya una capa de afirmado, se aprovechará el aporte estructural de la capa existente. Sólo se colocará el espesor de afirmado necesario para completar el espesor total obtenido según la metodología de diseño empleada. Este espesor complementario no será menor a 100 mm. El nuevo material de afirmado se mezclará con el existente hasta homogenizarlo y conformar la nueva capa de afirmado, debidamente perfilada y compactada.
- Para carreteras de muy bajo volumen de tránsito, menor a 50, se estudiarán y analizarán diferentes alternativas constructivas de capas granulares, incluyendo macadam granular, y estabilización con gravas.
- En el caso de no haber disponibilidades de gravas de fácil uso a distancias económicamente razonables, se podrá recurrir a procedimientos de estabilización de los suelos naturales, analizando económicamente alternativa como estabilización con cal, estabilización con sal, estabilización con cemento, estabilización química (según la norma MTC E 1109), según sea el caso.
- En caso de que se requiriese proteger la superficie de las carreteras afirmadas para retardar su deterioro por razones de erosión y pérdidas de material, debido al tránsito y/o para evitar la presencia de polvo levantado por el tránsito que crea riesgos y deteriora el ambiente agrícola, podrá colocarse una capa protectora que podría ser una imprimación reforzada bituminosa o una capa superficial de afirmado con mayor índice de plasticidad que reemplazaría un espesor similar del afirmado diseñado con una estabilización con cloruros de sodio, de magnesio, u otros estabilizadores químicos.

Figura 2.6: Catálogo de Capas de Revestimiento Granular Tráfico T0.

TIPO DE SUBRASANTE	CLASE TRÁFICO: T0 IMDa: ≤ 15 vehículos Vehículos pesados (Buses-Camiones) carril de diseño: < 6 vehículos pesados Número de repeticiones de EE $\Delta 2m$ (carril de diseño) $< 2.5E+04$		
	A: subrasante sin mejoramiento, perfilado y compactado	B: con mejoramiento de subrasante con reemplazo por material granular de CBR $> 6\%$	C: con mejoramiento de subrasante con adición de cal, cemento o químicos
S0 SUBRASANTE MUY POBRE CBR $< 3\%$			
S1 SUBRASANTE POBRE CBR $3\% - 5\%$			
S2 SUBRASANTE REGULAR CBR $6\% - 10\%$			
S3 SUBRASANTE BUENA CBR $11\% - 19\%$			
S4 CBR $\geq 20\%$			
Nivel superior de la subrasante perfilado y compactado al 95% de la MDS			
Subrasante			
B: Con mejoramiento de subrasante con reemplazo por material granular de CBR $> 6\%$			
C: Con mejoramiento de subrasante con adición de cal, cemento o químicos, para obtener un CBR $> 6\%$			
Capa de afirmado Tipo 1			

Nota: En caso se requiriese proteger la superficie de las carreteras, podrá colocarse una capa protectora, que podría ser una imprimación reforzada bituminosa; o una estabilización con cloruro de sodio (sal), magnesio u otros estabilizadores químicos.

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

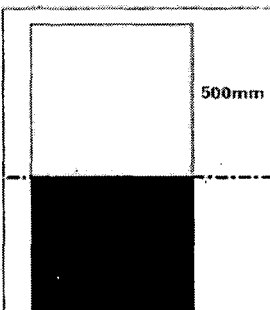
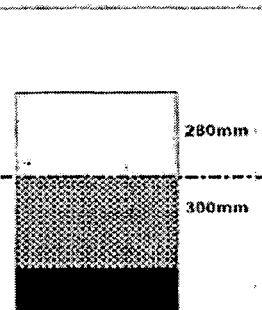
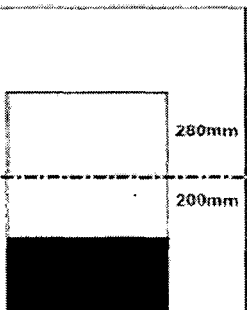
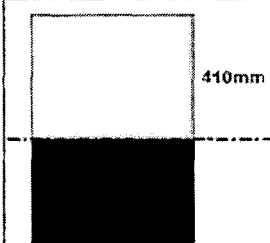
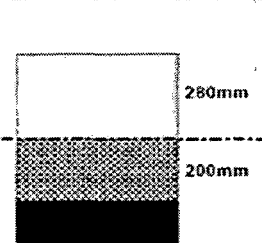
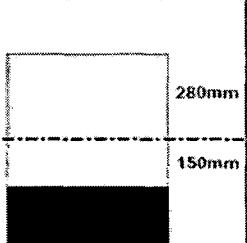
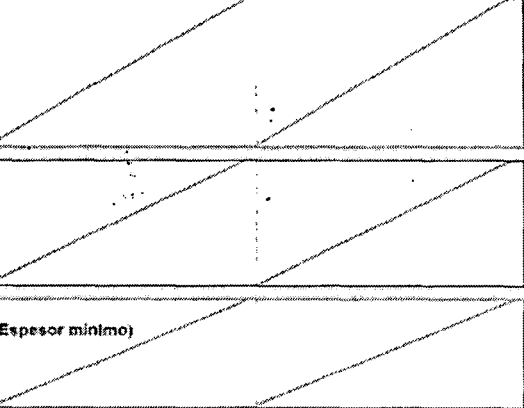
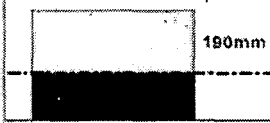
Figura 2.7: Catálogo de Capas de Revestimiento Granular Tráfico T1.

TIPO DE SUBRASANTE	CLASE TRÁFICO: T1		
	IMDa: 16 - 50 vehículos Vehículos pesados (Buses+Camiones) carril de diseño: 6 - 15 vehículos pesados Número de repeticiones de EE: 0.2m (carril de diseño): 3.2E+04 - 7.9E+05		
	A: subrasante sin mejoramiento, perfilado y compactado	B: con mejoramiento de subrasante con reemplazo por material granular de CBR > 6%	C: con mejoramiento de subrasante con adición de cal, cemento o químicos
S0 SUBRASANTE MUY POBRE CBR < 3%	450mm	250mm 300mm	250mm 200mm
S1 SUBRASANTE POBRE CBR 3% - 5%	370mm	250mm 200mm	250mm 150mm
S2 SUBRASANTE REGULAR CBR 6% - 10%	250mm		
S3 SUBRASANTE BUENA CBR 11% - 19%	180mm		
S4 CBR ≥ 20%	150mm (Espesor mínimo)		
Nivel superior de la subrasante perfilado y compactado al 95% de la MDS			
Subrasante			
B: Con mejoramiento de subrasante con reemplazo por material granular de CBR > 6%			
C: Con mejoramiento de subrasante con adición de cal, cemento o químicos, para obtener un CBR > 6%			
Capa de afirmado Tipo 1			

Nota: En caso se requiriese proteger la superficie de las carreteras, podrá colocarse una capa protectora, que podría ser una imprimación reforzada bituminosa; o una estabilización con cloruro de sodio (sal), magnesio u otros estabilizadores químicos.

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

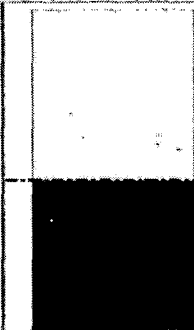
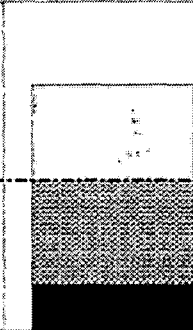
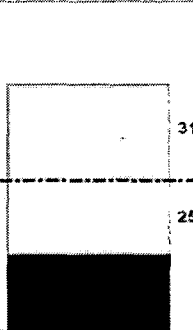
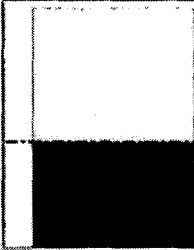
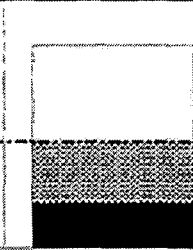
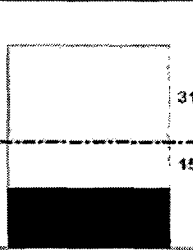
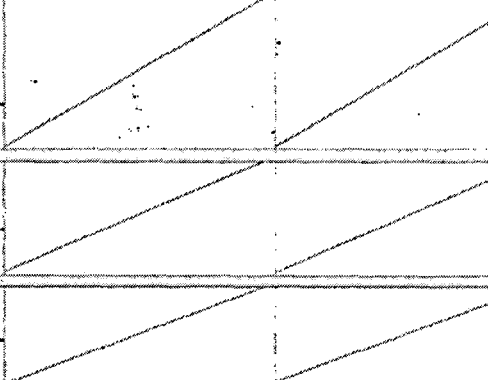
Figura 2.8: Catálogo de Capas de Revestimiento Granular Tráfico T2.

TIPO DE SUBRASANTE	CLASE TRAFICO: T2 MDa: 51 - 100 vehículos Vehículos pesados (Buses+Camiones) carril de diseño: 10 - 20 vehículos pesados Número de repeticiones de EE 8.2tn (carril de diseño): 7.9E+04 - 1.8E+05				
	A: subrasante sin mejoramiento perfilado y compactado	B: con mejoramiento de subrasante con reemplazo por material granular de CBR > 6%	C: con mejoramiento de subrasante con adición de cal, cemento o químicos		
S0 SUBRASANTE MUY POBRE CBR < 3%					
S1 SUBRASANTE POBRE CBR 3% - 5%					
S2 SUBRASANTE REGULAR CBR 6% - 10%					
S3 SUBRASANTE BUENA CBR 11% - 19%					
S4 CBR > 20%					
Nivel superior de la subrasante perfilado y compactado al 95% de la MDS					
Subrasante					
B: Con mejoramiento de subrasante con reemplazo por material granular de CBR > 6%					
C: Con mejoramiento de subrasante con adición de cal, cemento o químicos, para obtener un CBR > 6%					
Capa de afirmado Tipo 2					

Nota: En caso se requiriese proteger la superficie de las carreteras, podrá colocarse una capa protectora, que podría ser una imprimación reforzada bituminosa; o una estabilización con cloruro de sodio (sal), magnesio u otros estabilizadores químicos.

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

Figura 2.9: Catálogo de Capas de Revestimiento Granular Tráfico T3.

TIPO DE SUBRASANTE	CLASE TRÁFICO: T3 IMDa: 101 - 200 vehículos Vehículos pesados (Buses-Camiones) carril de diseño: 22 - 56 vehículos pesados Número de repeticiones de EE 8.2tn (carril de diseño): 1.5E+5 - 3.1E+5		
	A: subrasante sin mejoramiento, perfilado y compactado	B: con mejoramiento de subrasante con reemplazo por material granular de CBR > 6%	C: con mejoramiento de subrasante con adición de cal, cemento o químicos
S0 SUBRASANTE MUY POBRE CBR < 3%			
S1 SUBRASANTE POBRE CBR 3% - 5%			
S2 SUBRASANTE REGULAR CBR 6% - 10%			
S3 SUBRASANTE BUENA CBR 11% - 19%			
S4 CBR > 20%			
Nivel superior de la subrasante perfilado y compactado al 95% de la MDS			
Subrasante			
B: Con mejoramiento de subrasante con reemplazo por material granular de CBR > 6%			
C: Con mejoramiento de subrasante con adición de cal, cemento o químicos, para obtener un CBR > 6%			
Capa de afirmado Tipo 3			

Nota: En caso se requiriese proteger la superficie de las carreteras, podrá colocarse una capa protectora, que podría ser una imprimación reforzada bituminosa; o una estabilización con cloruro de sodio (sal), magnesio u otros estabilizadores químicos.

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

2.3. HIPÓTESIS.

2.3.1. Hipótesis Alterna (Ha):

El uso de relave minero de la Mina Acchilla, es viable para la capa base de la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa - Tablapampa, ubicado en el distrito de Ccochaccasa.

2.3.2. Hipótesis Nula (Ho):

El uso de relave minero de la Mina Acchilla, no es viable para la capa base de la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa - Tablapampa, ubicado en el distrito de Ccochaccasa.

2.4. VARIABLES DE ESTUDIO.

2.4.1. Variable Independiente:

Relave minero.

2.4.2. Variable Dependiente:

Estabilización a nivel de base en carreteras de tercer orden.

CAPITULO III:

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO.

3.1.1 Ubicación y Accesibilidad a la Zona de Estudio:

Ubicación Política:

Región : Huancavelica.

Provincia : Angaraes.

Distrito : Ccochaccasa.

Localidad : Tablapampa.

Esquema de Ubicación de la Localidad de Tablapampa.



Figura 3.1: Ubicación Nacional.

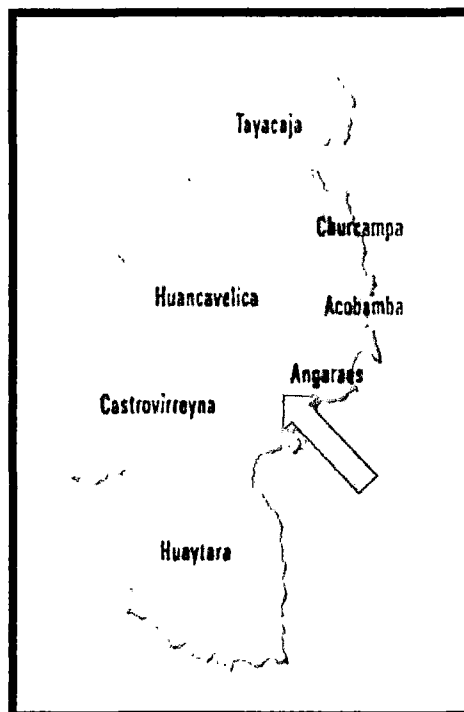


Figura 3.2: Ubicación Regional.

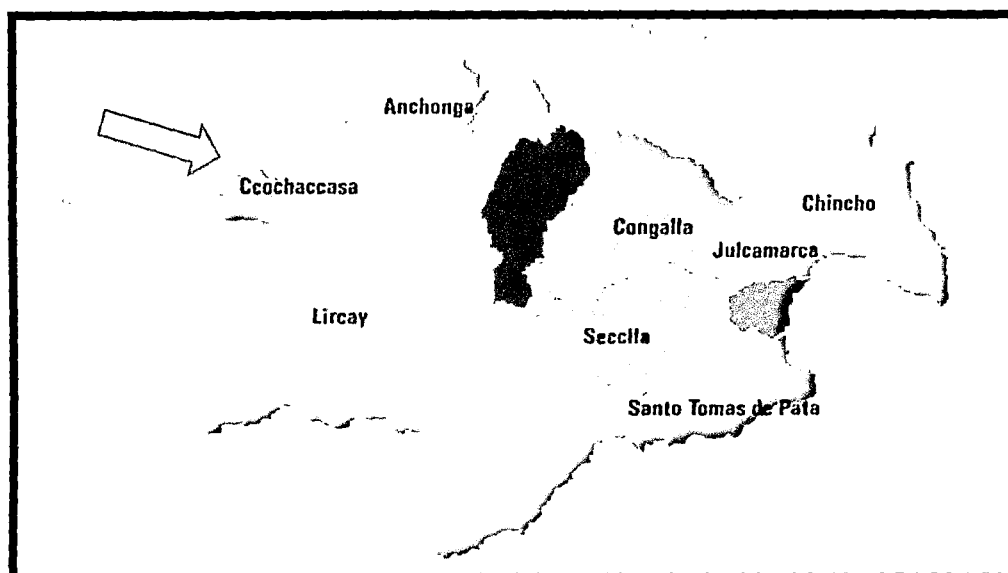


Figura 3.3: Ubicación Provincial.

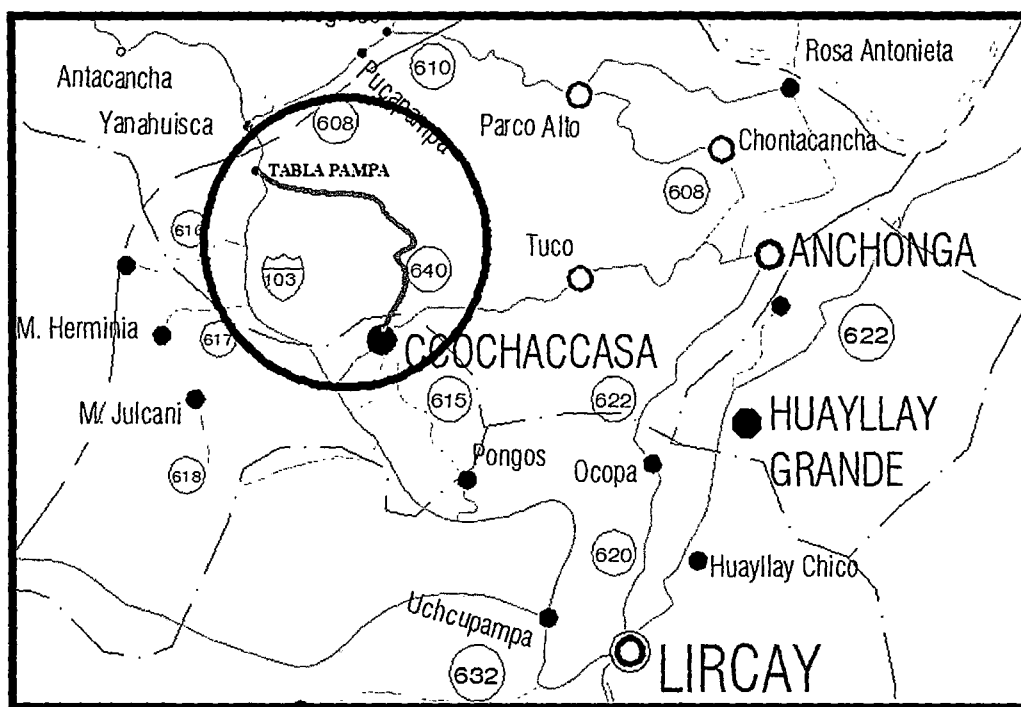


Figura 3.4: Ubicación Distrital.

Ubicación Geográfica:

El área del estudio comprende desde el distrito de Ccochaccasa hasta la localidad de Tablapampa, la cual consigna los siguientes datos:

Cuadro 3.1: Datos Geográficos.

Lugar	Latitud Sur	Longitud Oeste	Altitud
Ccochaccasa	12°55'52"	74°46'11"	4179,00 m.s.n.m
Tablapampa	12°45'48"	74°58'25"	4, 079.00 m.s.n.m
Mina Acchilla	12°25'15"	74°15'45"	4, 035.00m.s.n.m

Fuente: Tesistas.

Accesibilidad:

El acceso al lugar del estudio, es a través de la ruta de Lircay - Ccochaccasa - Tablapampa en un tiempo de viaje de 1.Hrs. 30 Min.

Tramo: Ccochaccasa - Tablapampa.

Cuadro 3.2: Accesibilidad a la Zona de Estudio.

Tramos	Distancias	Tiempos	Estado actual
Lircay- Ccochaccasa	26.00 km.	1.Hrs. 15 Min.	Afirmado
Ccochaccasa- Tablapampa	3.80 km.	15 Min.	Trocha Carrozable
Ccochaccasa - Mina Acchilla	2.08 km.	10 Min.	Afirmado

Fuente: Tesistas.

3.1.2. Descripción General del Estado de los Elementos de la Vía.

En la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa – Tablapampa, presenta frecuentes irregularidades y estado de intransitabilidad con velocidades no mayores a 20km/h. La superficie de rodadura presentaba frecuentes depresiones profundas y/o baches (20 – 30 baches cada 50 metros con profundidades mayores a 50mm). El sistema de drenaje transversal es inexistente. El drenaje longitudinal estaba conformado por cunetas de tierra de sección triangular y en su mayoría se encontraron colmatadas.

3.1.3. Parámetros Geométricos de la Vía Existente.

Los principales parámetros geométricos del camino existente son los siguientes:

- Tramo: Ccochaccasa – Tablapampa.
- Distritos: Ccochaccasa.
- Kilometraje: 0+000 al 03+800.
- Red Vial: Ruta Vecinal - Tercera Orden.
- Orografía: Tipo 1, 2 y 3
- Categoría: 3er Orden.
- Velocidad Directriz: 25km/h
- Longitud del tramo: 3.80 km.
- Ancho de Plataforma: 3.00 a 4.50 m.
- Ancho de superficie de rodadura: 3.20 m.
- Bermas: Variable.
- Cunetas (Prof. y ancho): 0.30m x 0.50m.
- Pendiente Máxima: 10%
- Taludes: $h=1 : v=1$ a 8
- Radio Mínimo: 10.00 m.
- N° de Plazoleta x km: Inexistente.
- Tipo de Superficie de Rodadura: Terreno natural.

- Topografía : Accidentada y Ondulada.
- Bombeo: 3 %

3.1.4. Clasificación de la Vía.

- **Clasificación por su Función:**

Según su funcionalidad, la carretera pertenece a la RED VIAL VECINAL – RURAL.

- **Clasificación por su Demanda:**

Se tomó como referencia a un estudio de tráfico realizado el 2007, donde el tránsito promedio diario (TPD) es menor a 400 Vehículos/día, por tanto la carretera en estudio se clasifica como una CARRETERA DE TERCER ORDEN.

- **Clasificación por sus Condiciones Orográficas y Clima:**

En esta clasificación se consideró la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a operar a menores velocidades sostenidas en rampa que aquellas a las que operan en terreno montañoso, se considera a la carretera en estudio como una carretera de TIPO 1,2 y 3. La vía al principio se desarrolla en la Sierra con altitudes que oscilan entre 1,950 msnm y 4,230 msnm, zonas muy accidentadas y con lluvias moderadas e intensas.

3.1.5. Inventario Vial de la Zona en Estudio.

Se realizó el inventario vial a lo largo de los 3.80 Km de la carretera, para conocer el estado real de la vía, de las obras de arte, de los puentes y pontones de vía. En el cuadro N° 3.3, se muestra el resumen del inventario vial realizado:

Cuadro 3.3: Resumen del Inventario Vial.

Obras de Arte y Drenaje	Unidades	Cantidad
Puentes	Und.	0
Pontones	Und.	0
Muros	Und.	0
Badenes	Und.	0
Alcantarillas	Und.	0
Cunetas sin revestir	Ml.	1250
Señalización	Unidades	Cantidad
Señales preventivas	Und.	0
Señales reguladoras	Und.	0
Señales informativas	Und.	0
Señales informativas	Und.	0
Hitos kilométricos	Und.	0

Fuente: Tesistas.

3.1.6. Características Naturales, Socio Culturales y Económicos del Área de Influencia del Estudio.

Características Naturales.

A. Región Natural y Paisaje.

El tramo se ubica según la clasificación natural de Javier Pulgar Vidal, en las Región Puna; a más de 4,000 m.s.n.m. por lo que tiene un paisaje de características alto andinas, que se destaca por sus relieves muy accidentados y apreciable belleza, de la que forman parte animales y plantas silvestres.

Flora:

La vegetación, en el tramo es escasa debido a su ubicación en la parte alta; existiendo una buena cantidad de vegetación compuesta por ichu. Asimismo, existen arbustos y pastos naturales.

Fauna:

La fauna silvestre en la zona está compuesta por Huachua, Perdiz, el Huichpo y diversas variedades de aves de la zona; dentro de los mamíferos se encuentran como los auquénidos, el zorro andino y los reptiles como las lagartijas.

B. Climatología e Hidrología.

En las localidades de Ccochaccasa y Tablapampa, las condiciones climatológicas se tornan adversas, debido a que se encuentra en el piso altitudinal o Región Puna, en el que las temperaturas mínimas descienden hasta los -20°C , siendo la temperatura promedio de alrededor de 25°C . Sin embargo, se caracteriza por presentar un invierno seco con temperaturas superiores a 10°C , por lo menos durante cuatro meses (Mayo, Junio, Julio y Agosto). Durante el verano; meses de Diciembre a Marzo, las precipitaciones pluviales son intensas con una duración de cuatro horas al día como promedio. La Temperatura promedio anual es del orden de 2°C - 12°C , con máximas aproximadas a -5°C y mínimas de -20°C .

En lo referente a la Hidrología; la vía es atravesada en su recorrido por algunas quebradas, cuyos caudales provienen de la parte alta de la vía y fluyen directamente hacia el río Tablapampa. La zona del estudio forma parte de la Cuenca Hidrográfica del Océano Atlántico.

C. Geología.

Desde un punto de vista general, la zona del proyecto presenta evidencias de los eventos geológicos ocurridos en el territorio peruano y en todo el globo terrestre; restos de rocas volcánicas y sedimentarias, pizarras, cuarcitas, areniscas, limolitas y calizas en un área que ha sufrido numerosos orogénesis; demuestran que este territorio inició su formación en el Período Cámbrico (570 a 500 millones de años A.C.) de la Era Paleozoica.

Posteriormente, en la Era Mesozoica, más precisamente en el Período Cretácico (período entre 135 millones de años y 70 millones de años antes de nuestra era), la zona tuvo grandes movimientos orogénicos, debido a los cuales tiene origen el levantamiento de parte de la Cordillera de los Andes y otros grandes plegamientos en lo que es hoy el territorio de Angaraes y en general el territorio peruano. Complementariamente se precisa que el clima seco predominó en este período, como prueba de ello se pueden apreciar diferentes formaciones geológicas como las que constituyen las rocas volcánicas, sedimentarias, calizas, areniscas, limonitas, conglomerados y arcillas.

La vía atraviesa terrenos afectados ligeramente por fenómenos de geodinámica externa como; deslizamientos, derrumbes, erosión y escorrentía superficial. Los taludes de corte en el 80% del camino, están compuestos por material suelto.

D. Geomorfología.

El Objetivo es la descripción y la explicación del relieve terrestre en el área de estudio, tratando de describir racionalmente el origen de las formas de su relieve o paisaje; como llanuras, montañas y mesetas, por la acción de ciertos agentes como; la meteorización, erosión y el

10

transporte de sedimentos, así como por los factores climáticos y de desgaste estructural de las rocas.

La zona de estudio, se ubica a una altitud sobre el nivel del mar considerable, por lo que está sujeta a sufrir más erosión y/o transporte de materiales. Los tramos está construido en toda su longitud, a media ladera (ángulo de inclinación 35° aproximadamente).

Aspectos Socio – Culturales.

El poblador en la zona de influencia del estudio, se caracteriza por ser rural, es decir que sus actividades principales son la minería, agricultura y la ganadería.

Durante el estudio de campo se visitaron los centros poblados ubicados dentro de su área de influencia, pudiéndose observar algunas deficiencias en la alimentación, en el acceso a la capacitación, asistencia técnica, al trabajo y a los centros de salud, como consecuencia se produce la migración, sobre todo de la juventud, a los centros poblados urbanos, en este caso a la ciudad de Lircay, Huancavelica y Huancayo (Junín). Asimismo, se ha identificado que las familias tienen numerosos integrantes y se caracterizan porque la mujer y los hijos se dedican además de las labores domésticas, al pastoreo y la crianza de animales domésticos, mientras que el jefe de familia realiza las faenas más pesadas en el campo.

A. Servicios Públicos y Sociales.

Agua Potable:

El suministro para consumo humano en la mayoría de los centros poblados, proviene de puquiales, pozas, ríos y otros tipos de fuentes carentes de tratamiento, los que constituyen una seria amenaza

contra la salud de los pobladores rurales, exponiéndolos a enfermedades como tifoidea o infestación intestinal de parásitos.

Desagüe:

En los centros poblados, en la actualidad no cuentan con un sistema Integral de desagüe, solo contando con silos provisionales.

Fluido Eléctrico:

Aproximadamente el 90% de estos pueblos cuentan y hacen uso de este servicio, que proviene del sistema Hidro energético del Mantaro, El alumbrado público permite al poblador ejercer algunas labores en el pueblo por las noches. En el caso de las viviendas sin energía eléctrica, hacen uso de baterías para captar emisiones de radio u otros medios de comunicación.

Servicio de Salud:

Las instituciones de salud no están presentes en estos centros poblados. El Puesto de Salud más cercano se encuentra en el distrito de Ccochaccasa, Minsa y Es Salud se encuentran en la capital de la provincia de Angaraes, derivándose a estos centros en casos graves y de emergencia por la mayor cobertura.

Transporte:

Las localidades en estudio están directamente conectados por el Tramo: Ccochaccasa - Tablapampa, las unidades vehiculares que circulan por el tramo, son en su mayoría por los automóviles tipo station-wagon, camionetas rurales, camiones de dos ejes y volvos de 2 ejes, estos vehículos constituyen el principal medio de transporte de los centros poblados a las capitales distritales, especialmente para transportar los productos excedentes de las cosechas en los campos

100

de cultivo. La circulación vehicular semanal entre el tramo es la siguiente:

- ✓ 15 vehículos entre ligeros y pesado lo que genera un Índice Medio Diario IMD hasta la localidad de Tablapampa es de 15 veh/día.

Educación:

Existen servicios educativos en los niveles Primaria y Secundaria; al respecto, debemos manifestar que el problema principal es la inadecuada implementación educativa en cuanto a materiales didácticos y acceso a la información. Se observa que no todos los centros poblados cuentan con centros educativos, por lo que los niños tienen que caminar grandes distancias hacia centros poblados mayores o capitales distritales, a fin de recibir la educación secundaria. Esta situación hace muy sacrificada y deficiente la educación en las zonas rurales.

En la zona de influencia del proyecto tenemos los siguientes Instituciones educativas, en los diferentes niveles de educación tanto inicial, primaria y secundaria, que a continuación se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 3.4: Cantidad de Instituciones Educativas en la Zona de Estudio.

Distrito	C.E.I.	Escuelas	Colegios
Cochaccasa y Tablapampa	02	02	01

Fuente: Tesistas.

Comercio:

La actividad comercial está orientada al mercado de los productos agropecuarios, destacando entre ellos la papa, cebada. El ganado en pie lo conforma el ovino y el vacuno.

La falta de infraestructura de riego y de asistencia técnica, conlleva a que la actividad agropecuaria y producción se realice en forma artesanal, aprovechando sólo la época de lluvias para sus cultivos, obteniéndose como consecuencia, bajos rendimientos de producción.

B. Actividad Agropecuaria.

La zona de influencia se caracteriza por ser básicamente agrícola y ganadera; pues el mayor porcentaje de la PEA se dedica a esta actividad, el restante a la artesanía, minería, albañilería y otros oficios.

Esta actividad está supeditada a un alto riesgo económico por eventuales factores climatológicos negativos, malas condiciones de salubridad y, sobre todo a la falta de técnicas de cultivo y mala calidad de semillas de reproducción.

Los principales productos que se cultivan son los siguientes:

- Papa.
- Cebada.
- Trigo y otros productos.

LA POBLACION PECUARIA según información de las comunidades en la zona de influencia del proyecto está conformada como sigue:

- Ovino.
- Auquénidos.

La especie pecuaria que más prima en esta zona es el ganado auquénidos y ovino , los cuales son preferidas por su carne y lana, es

98

importante también el aprovechamiento de sus pieles para el abrigo en primera instancia y para el procesamiento de lana aunque en menor escala para elaboración de prendas de vestir en un grado solo artesanal.

Al margen de las actividades ganaderas (en algún grado intensivas), el poblador se dedica a la crianza de animales domésticos como cuyes, conejos, cerdos y aves de corral.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

La Investigación es Aplicada.

3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.

El nivel de Investigación es Tecnológico.

3.4. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.

3.4.1. Método General: En la presente investigación, se utilizará el Método Científico como método general. En la actualidad según **Cataldo, (1992:26)**: "El estudio del método científico es objeto de estudio de la epistemología. Asimismo, el significado de la palabra "método" ha variado. Ahora se le conoce como el conjunto de técnicas y procedimientos que le permiten al investigador realizar sus objetivos".

A decir de **Kerlinger, F., y otros (2002)** "el método científico comprende un conjunto de normas que regulan el proceso de cualquier investigación que merezca ser calificada como científica".

Además el mismo Kerlinger enfatiza "La aplicación del método científico al estudio de problemas pedagógicos da como resultado a la investigación científica".

3.4.2. Método Específico: El Método Experimental. Según Mayer, J. (2005:32):

“El método experimental es un proceso lógico, sistemático que responde a la incógnita: ¿Si esto es dado bajo condiciones cuidadosamente controladas; qué sucederá?”.

El Método de investigación es: Experimental

El presente trabajo de investigación parte como necesidad de investigar las condiciones de transitabilidad y durabilidad del servicio de la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa - Tablapampa, mediante la aplicación del relave minero de la mina Acchilla como un agente estabilizante en la capa base, a fin de dotar a la vía óptimas condiciones de transitabilidad y durabilidad. Con la elaboración de la tesis, es uniformizar definiciones y criterios resaltando aspectos que sirvan como punto de partida a mejorar normas específicas para el diseño de pavimentos (Base y afirmado).

El presente estudio de investigación se aplicará en el Mantenimiento Periódico que corresponde a carreteras de tercer que se encuentran en el distrito de Ccochaccasa a una altitud de 4, 000 m.s.n.m y que están expuestos a condiciones climáticas adversas y lluviosas. El tipo de suelo de estos caminos son suelos inestables obedeciendo a unas sencillas condiciones del suelo para tener éxito en la estabilización, los métodos de investigación son los siguientes:

Planificación y Toma de Datos: Es aquí donde se planificará las etapas de estudio además se recopilará los datos existentes en área de estudio los cuales son parte los elementos formadores del material en el presente estudio.

Prospección del Terreno y Toma de Muestras: En esta fase se comprobará la exactitud de los datos recopilados y se establecen los puntos en los que fijar la atención (puntos muestrales), los cuales deben ser los

más representativos del área. En ello se procede a su descripción del terreno y tomas de muestreo para el análisis en el laboratorio.

Estudio de Laboratorio: En esta etapa se realizará todos los ensayos necesarios para encontrar las características técnicas de las muestras del material en estudio.

Emisión del Informe Definitivo: En esta fase, se debe detallar todos los aspectos observados, justificándose mediante sus resultados obtenidos.

3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

Se utilizó en la investigación el diseño general transversal descriptivo:

Muestra → Análisis → Resultado

3.6. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO.

Población:

La población lo conforman las Carreteras en Mantenimiento Periódico que corresponde a caminos o vías de Tercer Orden de la Región de Huancavelica.

Muestra y Muestreo:

Carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa – Tablapampa y relave minero de la mina Acchilla, ubicado en el distrito de Ccochaccasa, de donde se obtuvo información de campo de la zona de estudio, la cual posteriormente se procesará en gabinete siguiendo una secuencia metodológica convencional para determinar las alternativas que resulten técnicas y económicamente factibles. Para comenzar se obtendrán muestras representativas del tramo del presente estudio.

3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

3.7.1. Técnicas:

Las principales técnicas que se utilizó en este estudio fue ubicar bancos de material de mayor volumen, realizar calicatas y obtener muestras en bolsas

impermeables y limpias del material de cantera del distrito de Ccochaccasa y el recojo de muestras de relave minero de la mina Acchilla.

En la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa - Tablapampa, se realizó las calicatas respectivas por debajo del nivel de la subrasante de la vía, para luego recoger muestras y el levantamiento topográfico respectivo de la vía.

3.7.2. Los Instrumentos:

- Bolsas impermeables limpias para la extracción de la muestra.
- Palas tipo cuchara.
- Picos.
- Balanza electrónica de 300 kg.
- Cuaderno de campo.
- Otros útiles de escritorio.
- Estación total.
- Movilidad.

3.7.3. Validez de Equipos y Confiabilidad:

Los equipos e instrumentos a utilizar fueron del Laboratorio de Mecánica de Suelos - Pavimentos Huancavelica, que da los resultados con mayor confiabilidad y validez de los ensayos realizados en dicho laboratorio.

3.8. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

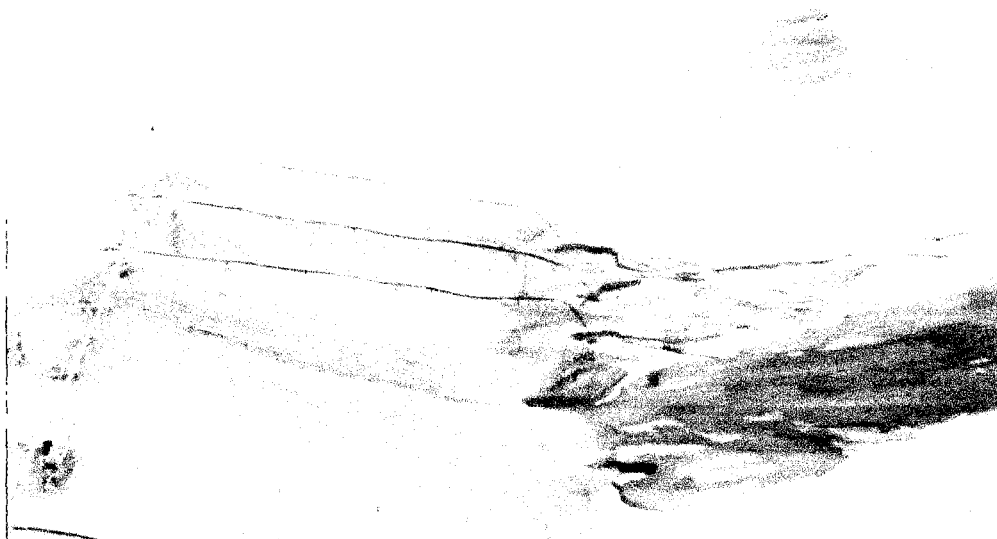
El presente trabajo de investigación parte como necesidad de investigar las características físicas y reducción de costos de Mantenimiento con el uso de un estabilizante como es el relave minero de la mina Acchilla, a utilizar en carreteras de tercer orden a nivel de base, en el distrito de Ccochaccasa, los cuales pueden ser usados para diferentes tipos de obras en el campo de la Ingeniería civil, además de su estado natural o in situ en que se encuentran.

Ubicado bancos de material de mayor volumen del material de cantera de estudio, se realizó las calicatas respectivas a una profundidad de 1.00 m. a 1.50 m. dependiendo del espesor de los bancos de material de cantera, para así poder obtener las muestras en bolsas impermeables y limpias, con sus respectivas etiquetas de identificación.

Con respecto al procedimiento de recolección de datos de la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa - Tablapampa, se realizó el reconocimiento directo de la vía, donde se observó los principales parámetros geométricos de vía existente, para luego realizar las calicatas respectivas por debajo del nivel de la subrasante a una profundidad de 1.00 m., para así poder obtener las muestras en bolsas impermeables y limpias, con sus respectivas etiquetas de identificación.

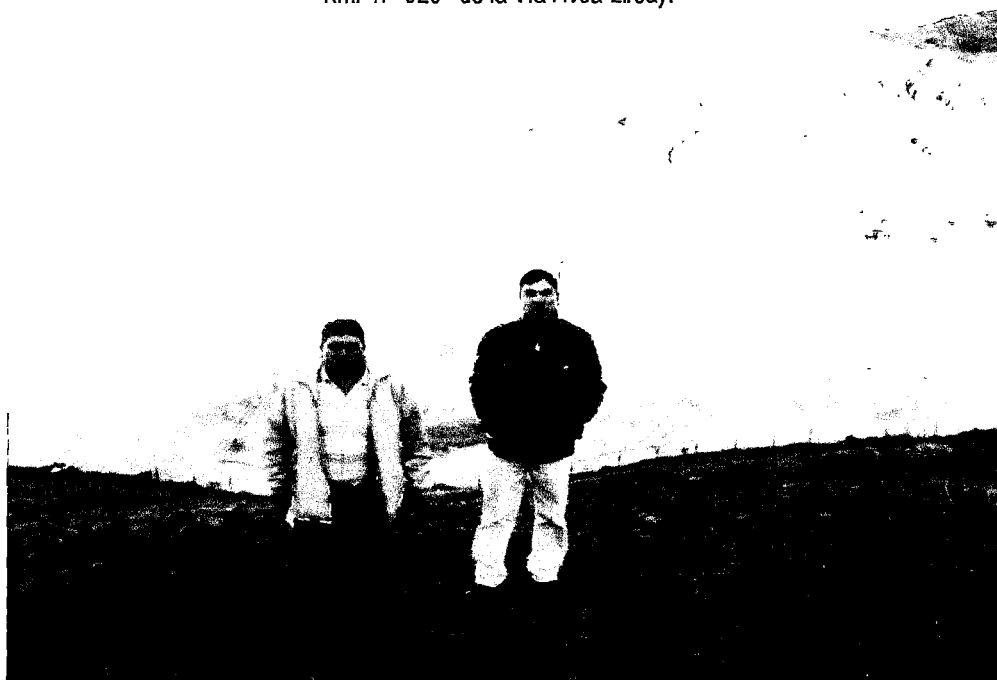
A continuación se muestran las fotografías del procedimiento de recolección de datos.

Figura 3.5: Zona del Relave Minero de la Mina Acchila Ubicado en la Progresiva Km. 47+920 de la Vía Hvca-Lircay.



Fuente: Tesistas.

Figura 3.6: Nos situamos en la a Zona del Relave Minero de la Mina Acchila Ubicado en la Progresiva Km. 47+920 de la Vía Hvca-Lircay.



Fuente: Tesistas.

Figura 3.7: Zona del Material de Cantera N° 01 Ubicado en la Progresiva Km. 50+300 de la Vía Hvca-Lircay.



Fuente: Tesistas.

Figura 3.8: Se Observa el Recojo de la Muestra N° 01 del Material de Cantera del Distrito de Ccochaccasa, Ubicado en la Progresiva Km. 50+300 de la Vía Hvca-Lircay.



Fuente: Tesistas.

Figura 3.9: Se Observa el Inicio de la Carretera de Tercer Orden
Tramo. Ccochaccasa- Tablapampa Exactamente en la Progresiva Km. 0+000.



Fuente: Tesistas.

Figura 3.10: Se Observa el Mal Estado de la Subrasante de la Carretera de Tercer Orden Tramo: Ccochaccasa-Tablapampa, Exactamente en la Progresiva Km. 1+840.



Fuente: Tesistas.

Figura 3.11: Nos situamos en la Localidad de Tablapampa.



Fuente: Tesistas.

Figura 3.12: Se Observa el Final de la Carretera de Tercer Orden Tramo: Ccochaccasa – Tablapampa, Exactamente en la Progresiva Km. 3+800.



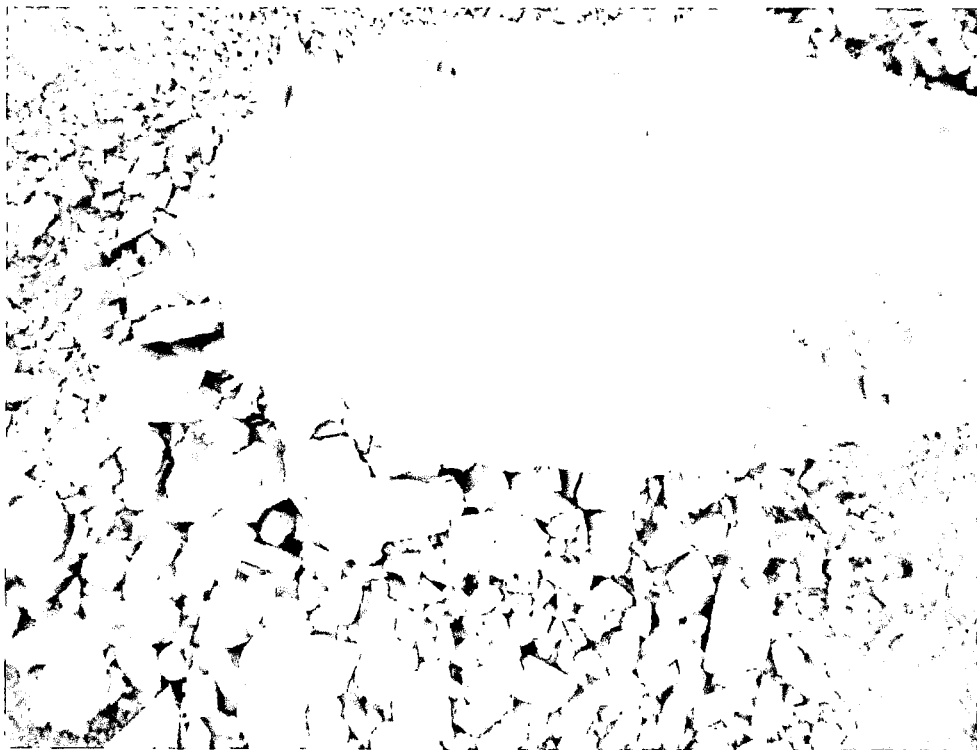
Fuente: Tesistas.

Figura 3.13: Se Observa el Lugar donde se Realizó la Calicata N°01 de la Subrasante de la Carretera de Tercer Orden Tramo. Ccochaccasa - Tablapampa, Exactamente en la Progresiva Km. 2+180.



Fuente: Tesistas.

Figura 3.14: Se Observa Progresiva Km. 2+180.



Fuente: Tesistas.

3.9. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.

En esta etapa se realizaron todos los ensayos necesarios para encontrar las características geotécnicas de las muestras del material de estudio.

Con esta información recopilada se realiza un primer avance sobre la solución del problema planteado. Estas primeras hipótesis, es frecuente que requieran comprobaciones sobre el terreno o realización de análisis de nuevos parámetros.

3.9.1. Sectorización del Área de Estudio.

Para poder evaluar la aplicación íntima del relave minero de la mina Acchilla a nivel de base, se buscará escenarios con iguales condiciones y así se podrá comparar su efectividad en el presente estudio del Tramo: Ccochaccasa – Tablapampa.

3.9.1.1. Escenario Experimental del Área de Estudio.

Se dividió todo el tramo de prueba en dos sectores de 20 metros con las siguientes características:

Cuadro 3.4: Determinación Características de los Sectores de Prueba.

Características de los Sectores de Prueba		
Leyenda	Longitud (m)	Ancho Promedio (m)
Sector A - km. 2+180 con relave minero	20	3.80
Sector B - km. 1+140 con relave minero	20	3.80

Fuente: Los Tesistas.

3.9.2. Potencia y Cálculo del Rendimiento de la Cantera.

3.9.2.1. Potencia.

Es el volumen de material existente que se pueda extraer del banco de materiales previa limpieza de sus alrededores, dicha cantidad explotable puede utilizarse en los mantenimientos periódicos de las carreteras.

3.9.2.2. Rendimiento.

Es la cantidad aprovechable para un fin específico, en este caso particular, es para la explotación del material de cantera para la ejecución de obras viales en el distrito de Ccochaccasa, para poder determinar un rendimiento de esto bancos, en la vía en mención, se deberá conocer alguna información adicional que se asumirá.

CUADRO 3.4: Calculo de Potencia y Rendimiento de Cantera

CÁLCULO DE POTENCIA Y RENDIMIENTO DE CANTERA

DATOS DE LA EXPLORACIÓN DE CANTERA

CANTERA: CANTERA CCOCHACCASA - EN LA VIA HVCA. - LIRCAY KM. 50+300

CÁLCULO DEL NUMERO DE CALICATAS A EFECTUAR POR ha	
Área de la Cantera por m2	12,167.26 m2.
Área de la Cantera por m2	1.22 ha.
Numero de Calicatas	1

CÁLCULO DE POTENCIA Y RENDIMIENTO	
Profundidad Promedio Aprovechable Aproximada	4 m.
Top Soil (Suelo superficial que debiera eliminarse)	0.15 m.
Over de la Cantera (Material mayor de 3" despues del desbroce)	15 %
Esponjamiento	5 %
POTENCIA BRUTA EN BANCO	48,669.04 m3.
Desbroce:	1,825.09 m3.
POTENCIA NETA EN BANCO	46,843.95 m3.
Over de la Potencia Neta	25 %
POTENCIA APROVECHABLE EN BANCO	35,132.96 m3.
POTENCIA APROVECHABLE EN CANTERA	35,132.96 m3.
RENDIMIENTO DE CANTERA	85 %

Fuente: Los Tesistas

3.9.3. Análisis Previo de los Estudios de Suelos.

El primer paso será identificar completamente las características de los suelos de la subrasante de la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa – Tablapampa en los kilómetros 2+180 y 1+140 respectivamente. El segundo paso será identificar completamente las características de los suelos a emplear tanto del relave minero de la mina Acchilla y el material de cantera de Ccochaccasa, y así decidir si la estabilización de la capa base de la vía, con el uso del relave minero es la solución más viable y recomendable. En este sentido, los ensayos recomendados de realizar serán las siguientes:

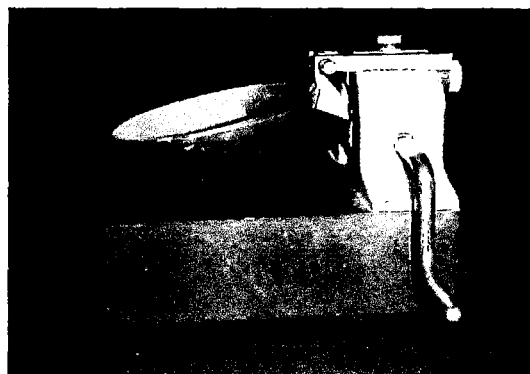
3.9.3.1. Ensayos de Límites de Consistencia.

a) Limite Líquido (ASTM D-4318).

Equipo necesario:

- Aparato de CASA GRANDE, que consta de: Una cuchara con superficie circular y un acanalador que sirve para hacer una hendidura en el material.
- Tazón para depositar y mezclar el material a ensayar.
- Tara para determinar el contenido de humedad.
- Espátula de acero inoxidable, con hojas de aproximadamente 80x20mm. Para mezclar el material con el agua.
- Balance con sensibilidad de 0.01 gr y horno de temperatura de 110°C.

Figura 3.15: Equipo de Laboratorio Copa de Casagrande.



Fuente: Tesistas.

Figura 3.16: Instrumentos de Laboratorio Taras, espátula y Acanalador.

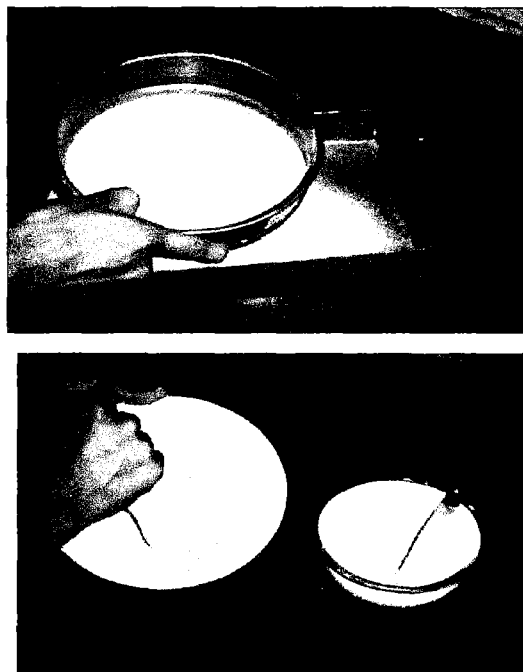


Fuente: Tesistas.

Procedimiento de ensayo:

1. Preparar la muestra seca, disgregándola con el mortero y pasarlo por la malla No. 40 para obtener una muestra representativa de unos 250 gr. aproximadamente.

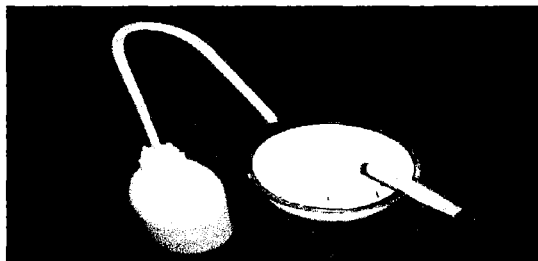
Figura 3.17: Procedimiento del Ensayo.



Fuente: Tesistas.

2. Colocar el suelo pasante malla No. 40 en una vasija de evaporación y añadir una pequeña cantidad de agua, dejar que la muestra se humedezca.

Figura 3.18: Procedimiento del Ensayo.



Fuente: Tesistas.

3. Mezclar con ayuda de la espátula hasta que el color sea uniforme y conseguir una mezcla homogénea. La consistencia de la pasta debe ser pegajosa.

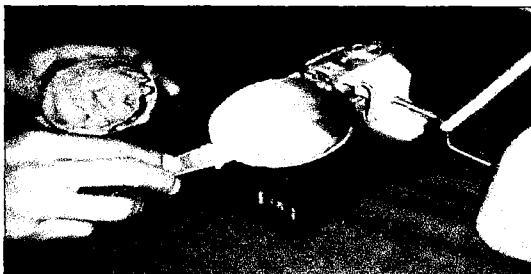
Figura 3.19: Procedimiento del Ensayo.



Fuente: Tesistas.

4. Se coloca una pequeña cantidad de masa húmeda en la parte central de la copa y se nivela la superficie.

Figura 3.20: Procedimiento del Ensayo.



Fuente: Tesistas.

5. Luego se pasa el acanalador por el centro de la copa para cortar en dos la pasta de suelo.

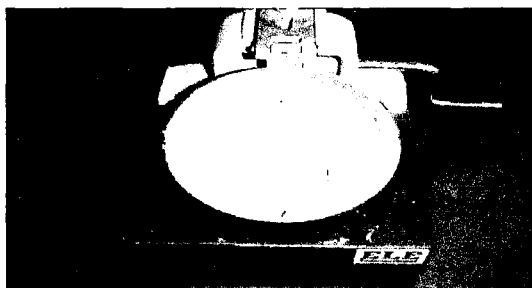
Figura 3.21: Procedimiento del Ensayo.



Fuente: Tesistas.

6. La ranura debe apreciarse claramente y que separe completamente la masa del suelo en dos partes.

Figura 3.22: Procedimiento del Ensayo.



Fuente: Tesistas.

7. La mayor profundidad del suelo en la copa debe ser igual a la altura de la cabeza del acanalador ASTM.
8. Si se utiliza la herramienta Casagrande se debe mantener firmemente perpendicular a la superficie de la copa, de forma que la profundidad de la ranura sea homogénea.

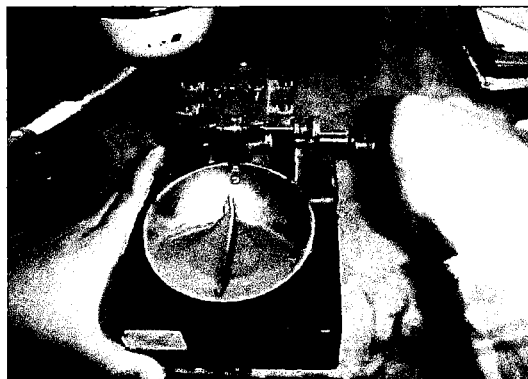
Figura 3.23: Procedimiento del Ensayo.



Fuente: Tesistas.

9. Poner en movimiento la cazuela con ayuda de la manivela y suministrar los golpes que sean necesarios para cerrar la ranura en 12.7mm (1/2 ").

Figura 3.24: Procedimiento del Ensayo.



Fuente: Tesistas.

10. Cuando se cierre la ranura en 1/2", registrar la cantidad de golpes y tomar una muestra de la parte central para la determinación del contenido de humedad.

Figura 3.25: Procedimiento del Ensayo.



Fuente: Tesistas.

11. Este proceso se repite nuevamente con tres muestras más para lograr cuatro puntos a diferentes contenidos de humedad. Los siguientes rangos de golpes son los recomendados:
- 40 a 30 golpes.
 - 25 a 30 golpes.
 - 20 a 25 golpes.
 - 20 a 15 golpes.

Variables:

- Cantidad de suelo utilizado.
- Velocidad a la cual se dan los golpes, son 02 golpes por segundo.
- Tiempo de reposo del suelo en la copa antes de comenzar la cuenta de golpes.
- Limpieza de la copa antes de colocar la masa de suelo para el ensayo.
- Humedad del laboratorio y rapidez con la que se hace el ensayo.
- Tipo de material utilizado como base del aparato o sea superficie contra la cual se debe golpear la cazuela, debe ser caucho duro o similar.
- Calibración de la altura de caída de la copa, debe ser 1 cm.
- Tipo de acanalador utilizado para hacer la ranura.
- Condición general del aparato del límite líquido: pasadores desgastados, conexiones que no estén firmemente apretadas.

Dónde:

$$L.L = W \left(\frac{N}{25} \right)^{0.121}$$

N : Es el número de golpes que uno procura esté lo más próximo a 25.

W: Es el contenido de humedad de la muestra

$(N/25)^{0.121}$: Se puede determinar para distintos números de golpes y simplemente se multiplica este factor por el contenido de humedad de la muestra. Este factor lo damos en la cuadro 3.5

Cuadro 3.5: Determinación de L.L. por 1 Punto.

Nº de golpes	$(N/25)0.121$
20	0.9734
21	0.9792
22	0.9847
23	0.9900
24	0.9951
25	1.000
26	1.0048
27	1.0094
28	1.0138
29	1.0182
30	1.0223

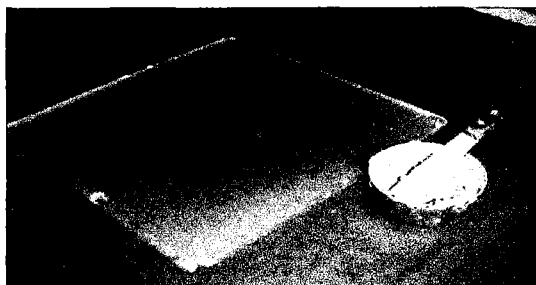
Fuente: Tesistas.

b) Limite Plástico (ASTM D-4318)

Equipo necesario:

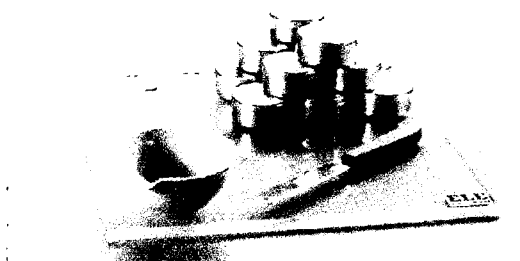
- Balanza, con sensibilidad a 0.01 gr.
- Placa de vidrio esmerilado de por lo menos.
- 30cm. de lado, de forma cuadrada por 1cm. de espesor.
- Horno capaz de mantener la temperatura a $110 \pm 5^\circ \text{C}$.
- Espátula de acero inoxidable.
- Cápsula de evaporación para el mezclado, puede ser de porcelana, vidrio o plástico.
- Taras numeradas.

Figura 3.26: Equipo de Laboratorio Vidrio Esmerilado.



Fuente: Tesistas.

Figura 3.27: Equipo de Laboratorio Vasija de Evaporación, Taras, Espátula para Mezclado.



Fuente: Tesistas.

Procedimiento de Ensayo:

1. Se toma aproximadamente 15gr de la porción completamente mezclada, con material que pasa el tamiz N°40. El suelo seco se coloca en la cápsula de porcelana y se mezcla con agua destilada hasta que la mezcla se vuelva plástica y uniforme; para formar fácilmente una bola de la cual se toma 8gr que se hace rodar entre los dedos y placa de vidrio con una presión suficiente como para darle forma de un hilo de diámetro uniforme a través de toda su longitud. La prueba continúa hasta que el rollito empieza a rajarse y tiende a desmoronarse.

Figura 3.28: Procedimiento del Ensayo.



Fuente: Tesistas.

2. Cuando al hacerlo rodar, muestra pequeñas fisuras en un diámetro de 3.2 mm. Se reúne el pedazo y se colocan en un recipiente tapado (M3), se pesa el recipiente con el suelo húmedo (M1) y se anota el valor.

Figura 3.29: Procedimiento del Ensayo.



Fuente: Tesistas.

3. Seguidamente se saca el suelo en un horno a una temperatura de 110° y luego se pesa (M2) la pérdida de agua se registra como peso de agua.
4. Se calcula el límite plástico (W_p), expresado como el contenido de agua (%) del peso del suelo seco al horno.

$$W_P = \frac{W_{agua}}{W_{suelo al horno}} * 100 \%$$

$$W_P = \frac{M_1 - M_2}{M_2 - M_3} * 100 \%$$

Dónde:

M1=Recipiente+ suelo húmedo.

M2= Recipiente+ suelo seco.

M3= Recipiente.

c) Índice de Plasticidad (ASTM D-4318).

Procedimiento de ensayo:

Se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$I.P = L.L - L.P$$

Dónde:

I.P = Índice de Plasticidad.

L.L = Limite Liquido.

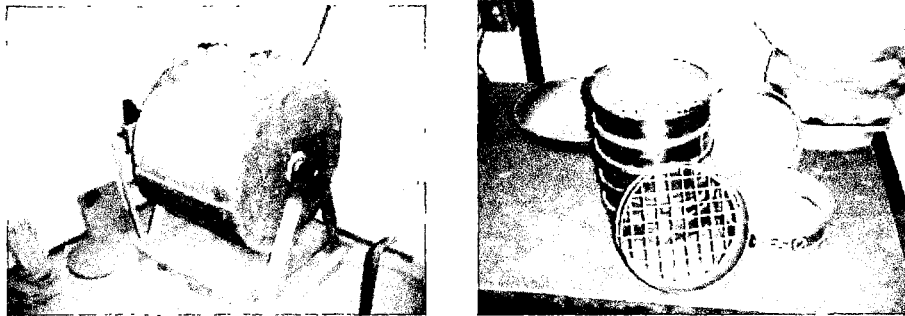
L.P = Limite Plástico.

3.9.3.2. Ensayo de Abrasión por Medio de la Máquina de los Ángeles. (ASTM D-4318)

Equipo Necesario:

- Máquina de los Ángeles.
- Tamices.
- Balanza.- Una balanza con una aproximación a 1gr.
- Carga abrasiva.- Consiste en esferas de acero o de fundición de diámetros entre 46.38mm y 47.63mm y un peso comprendido entre 390g y 445g.

Figura 3.30: Equipo de Laboratorio Máquina de los Ángeles y Tamices.



Fuente: Tesistas.

Procedimiento del Ensayo:

Abrasión.

- Determinar la granulometría en % retenidos de la muestra, a fin de elegir el método de acuerdo a los tamices que tiene el mayor porcentaje de retenidos.
- Prepara el material (5kg o 10kg) dependiendo si la muestra de agregados es mayor a 2" o menor a 2".
- Material < 2" → ASTM C-131 (5 kg)
- Material > 2" → ASTM C-535 (10 kg)
- Revisar si la máquina de los ángeles está en buen estado, ya que si esta contiene residuos mayores a 2mm. se requiere limpiarla; luego se coloca la muestra, luego colocar la muestra abrasiva, para finalmente hacer girar la máquina a 30-33 rpm, durante 500 revoluciones.
- Luego el material es retirado y tamizado por la malla # 12

$$\text{Abrasión (\%)} = (\text{Peso que pasa N 12} \times 100 / \text{P inicial}) \times 100$$

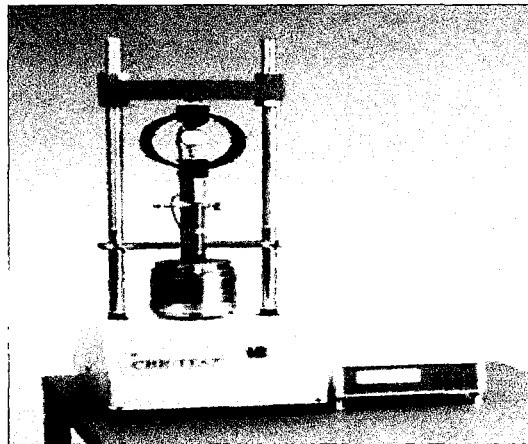
3.9.3.3. Ensayo de CBR (ASTM-D1883) Valor Relativo de Soporte.

Equipo Necesario:

- Un molde de D=101.6mm y volumen de 9036.6cm³. Este molde va unido a una placa base y una extensión en la parte superior.
- Pisón mecánico.
- Bandeja.

- Taras.
- Balanza disco.
- Disco esparcidor.
- Papel filtro.
- Pistón de penetración.
- Aparato para medir la expansión.
- Peso de sobre carga.
- Martillo de compactación.
- Máquina de compresión equipada con un pistón de penetración CBR.
(California, Bering Ratio) capaz de penetrar a una $V=1.27\text{mm/mim.}$

Figura 3.31: Equipo de Laboratorio Máquina de compresión
Equipada con un pistón de penetración CBR.



Fuente: Tesistas.

Procedimiento de Ensayo:

- Preparar una muestra de suelo de grano fino menor que el tamiz # 4, al contenido de humedad óptima del suelo determinado con el ensayo de Proctor Modificado.
- Antes de compactar el suelo en los moldes, tomar una muestra representativa para determinar su contenido de humedad (por lo menos 100 g si el suelo es de grano fino).

Figura 3.32: Procedimiento del Ensayo.



Fuente: Tesistas.

- Pesar los moldes sin su base ni el collar.
- Para cada molde ajustar el molde a la base, insertar el disco espaciador en el molde y cubrirlo con un disco de papel filtro.
- Fabricar 6 probetas de 5 capas cada una: 2 de 12 golpes por capa, 2 de 26 golpes por capa y 2 de 56 golpes por capa; dejar saturando una muestra de 12, de 26 y de 56 golpes por capa.

Figura 3.33: Procedimiento del Ensayo.



Fuente: Tesistas.

- Para cada molde retirar la base, el collar y el disco espaciador, pesar el molde con el suelo compactado y determinara el peso unitario total del suelo.

Figura 3.34: Procedimiento del Ensayo.



Fuente: Tesistas.

- Se coloca un papel filtro sobre la parte superior de la muestra. Luego se sitúa la placa perforada con vástago ajustable y sobre ella se coloca las pesas de sobrecarga.
- El trípode con el cuadrante medidor de deformaciones se coloca sobre el canto del molde y se ajusta al vástago de la placa perforada. Se registra la lectura y se quita el trípode.

Figura 3.35: Procedimiento del Ensayo.



Fuente: Tesistas.

- Se sumerge el molde en un recipiente con agua y se deja saturar durante cuatro días. Colocar el soporte de trípode sobre la muestra todos los días y tomar nota la lectura de la expansión.

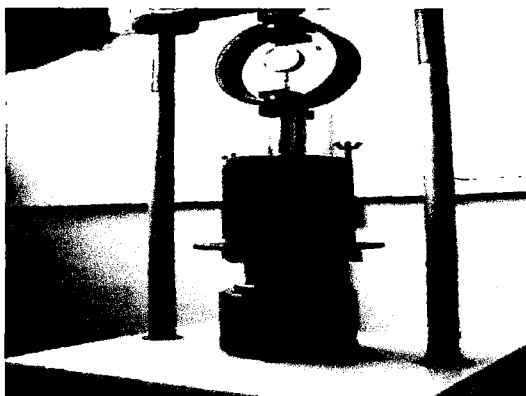
Figura 3.36: Procedimiento del Ensayo.



Fuente: Tesistas.

- Después de cuatro días, se saca el molde, se deja drenar durante 15 minutos aproximadamente.
- Se quitan las pesas, la placa perforada y el papel filtro. Se colocan nuevamente las pesas de sobrecarga y se prepara para la etapa de penetración. Se coloca el molde sobre el soporte de carga de la prensa y se ajusta de manera que el pistón quede centrado con la muestra.
- Se coloca en cero el indicador de presión del anillo de carga y el dial de deformación.

Figura 3.37: Procedimiento del Ensayo.



Fuente: Tesistas.

- La velocidad de penetración del pistón en el suelo es de 0.05 de pulgada por minuto. La velocidad se controla por tiempo con un cronómetro.
- Se registran las lecturas de la presión a 0.025, 0.050, 0.075, 0.100, 0.200, 0.300, 0.400, y 0.500 pulgadas de penetración.
- Luego de terminada la prueba, se retira las sobrecargas, se recupera el suelo ensayado y se toma muestra para determinar la humedad final.

3.9.3.4. Ensayo de Proctor Modificado (ASTM D-1557).

Equipo Necesario:

- Molde de 100cm.
- Molde de 150mm.
- Pisón metálico de 50+/-2mm.
- Probetas graduado con capacidad de 500cm³.
- Balanza capacidad de 10kg y una precisión de 5gr.
- Balanza capacidad de 1kg y una precisión de 0.01 gr.
- Estufa.
- Regla de acero de 300 mm.
- Tamices de 50, 20 y 5 mm de abertura.

Figura 3.38: Instrumentos de Laboratorio.



Fuente: Tesistas.

Procedimiento de Ensayo:

- Secar el material si este estuviera húmedo, puede ser al aire libre o al horno. Tamizar a través de las mallas 2", $\frac{3}{4}$ ", $\frac{3}{8}$ " y N°4 para determinar el método de prueba.
- Preparar 4 ó 5 muestras de 6kg. para el método C y de 3 Kg. si se emplea el método A ó B.
- Agregar agua y mezclar uniformemente. Cada punto de prueba debe tener un incremento de humedad constante.
- Colocar la primera capa en el molde y aplicarle 25 ó 56 golpes según el método de ensayo. Los golpes deben ser aplicados en toda el área, girando el pisón adecuadamente. Cada golpe debe ser aplicado en caída libre, soltar el pisón en el tope. De igual forma completar las cinco capas.

Figura 3.39: Procedimiento del Ensayo.



Fuente: Tesistas.

- La última capa debe quedar en el collarín de tal forma que luego pueda enrasarse. Enrasar el molde con una regla metálica quitando previamente el collarín. Retirar la base y registrar el peso del suelo + molde.

Figura 3.40: Procedimiento del Ensayo.



Fuente: Tesistas.

- Luego de pesado, extraer el suelo y tomar una muestra para el contenido de humedad, como mínimo 500 gr. para material granular tomada de la parte central del molde. Llevar las muestras al horno para determinar la humedad. Repetir el procedimiento para un mínimo de 4 puntos compactados a diferentes contenidos de humedad, dos de los cuales quedan en el lado seco de la curva y los otros dos en el lado húmedo.
- Una vez determinados los contenidos de humedad de cada muestra hallar la densidad seca de cada punto.

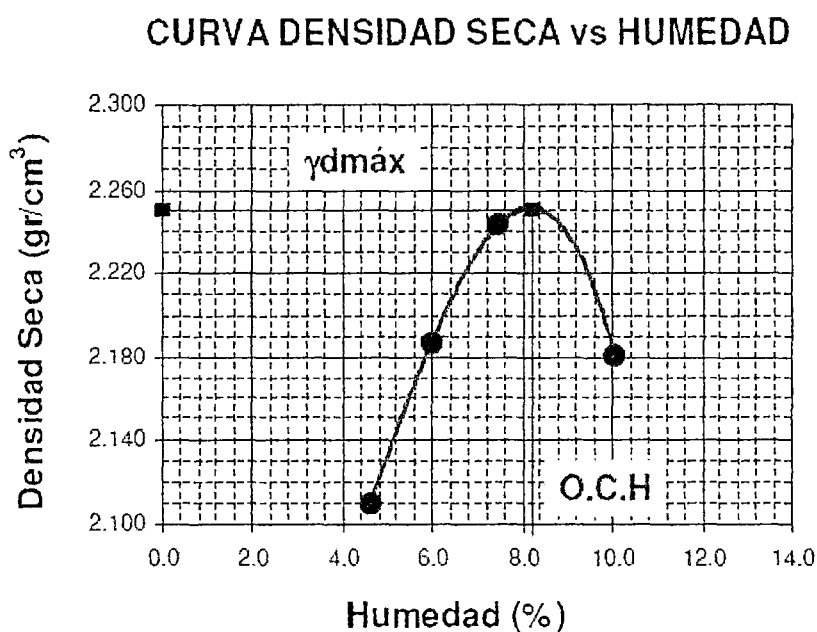
Dónde:

$$\gamma_d = \gamma_m / (1 + w)$$

γ_m = densidad húmeda = peso suelo húmedo / volumen.

w = contenido de humedad.

Figura 3.41: Relación entre Densidad seca vs Humedad.



Fuente: Tesistas.

3.9.3.5. Determinación de Contenido de Humedad (ASTM D 4944, AASHTO T217).

Equipo Necesario:

- Recipientes para humedad (aluminio o latón).
- Horno con control de temperatura.
- Balanza de tres escalas con una sensibilidad de 0.01gr.

Procedimiento de Ensayo:

1. Pesar una cápsula o recipiente de aluminio o latón incluyendo su tapa identificar y revisar adecuadamente el recipiente.
2. Colocar una muestra representativa de suelo húmedo en la cápsula y determinar el peso del recipiente más del suelo húmedo. Si el peso se determina inmediatamente, no es necesario colocar la tapa si se presenta una demora de 3 a 5 minutos o más, coloque la tapa del recipiente para mantener la humedad en la vecindad del recipiente.

- 67
3. Después de pesar la muestra húmeda más el recipiente, remueva la tapa y coloque la muestra del horno.
 4. Cuando la muestra se haya secado hasta mostrar un peso constante (mientras haya agua presente para evaporar, el peso continuara disminuyendo en cada determinación que hagamos en la balanza), se determina el peso del recipiente más el suelo seco asegurándose de usar la misma balanza para todas las mediciones de peso.
 5. Se Calcula el contenido de humedad "W" que es la diferencia entre el peso de suelo húmedo más el del recipiente que es el peso del agua Ww que estaba presente en la muestra. La diferencia entre el peso del suelo más el recipiente y el peso del recipiente solo es el peso del suelo Ws.

$$W = \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_t} \times 100 = \frac{W_w}{W_{sl}} \times 100$$

Dónde:

W = es el contenido de humedad, (%).

WW = Peso del agua.

WS = Peso seco del material.

W1 = es el peso de tara más el suelo húmedo, en gramos.

W2 = es el peso de tara más el suelo secado en horno, en gramos.

Wt = es el peso de tara, en gramos.

3.9.3.6. Análisis Granulométrico (ASTM-D422, AASHTO T217).

Equipo Necesario:

- Horno.
- Balanza de 16 a 20 kg.
- Balanza de 2310 gr con sensibilidad de 0.1 gr.
- Balanza de 311 gr con sensibilidad de 0.1 gr.

- Juego de tamices.
- Bandejas de aluminio o cazoleta.

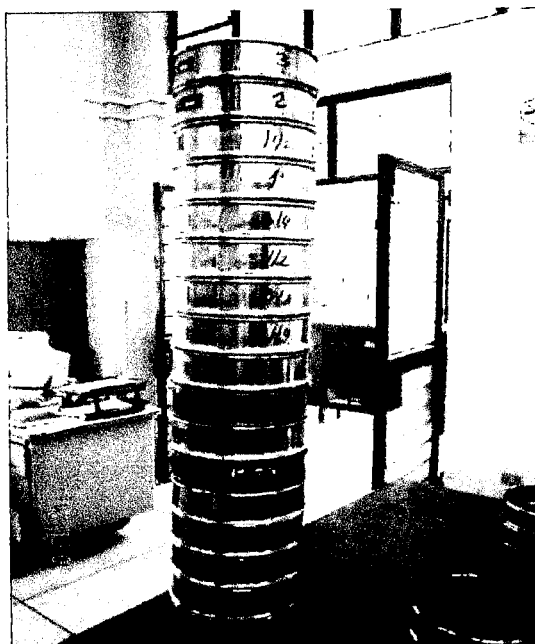
Procedimientos de Ensayo:

1. Se seca la muestra representativa en horno durante 24 horas.
2. Se pesa la muestra después de enfriarla y se registra el peso con aproximación de gramos.
3. Se lleva la muestra al juego de tamices (4", 3 1/2", 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 3/8", N°4, N° 10, N°40 y N° 200) y se sacude el conjunto vigorosamente con un movimiento rotatorio horizontal pesando lo retenido en cada una de las mallas con una aproximación de 0.5 gr.
4. Obténgase 1000 gramos del agregado fino que pasa el tamiz N°4 mediante cuarteo.
5. Colocar la muestra sobre el tamiz N° 200 y lavar cuidadosamente el material a través del tamiz utilizando agua común hasta cuando el agua que pasa a través del tamiz mantenga su transparencia. Este método asegura que muy poco polvo se adhieren a las partículas mayores y que los gramos de material fino ablandados por el agua, se desbaraten y permitan que las partículas de arcilla pasen a través del tamiz y luego del secado las partículas aisladas permanezcan separadas.
6. Verter cuidadosamente el residuo, con ayuda de agua en un recipiente de secador y permitirle sedimentar por un periodo de tiempo suficiente hasta lograr que el agua en la parte superficial de la suspensión se vuelva transparente. Botar tanto como se pueda de esta agua

transparente y colocar el recipiente con la suspensión suelo y agua en el horno para secado.

7. Al día siguiente pesar el residuo secado al horno. La diferencia en peso entre la muestra original secada a la estufa y la muestra lavada (también secada a la estufa), se añade al peso del material retenido en la cazoleta para determinar el peso del suelo que pasa por el tamiz N° 200.
8. Llevar la muestra al juego de tamices (N°8, 10, 16, 20, 30, 40, 50, 80, 100 y 200) (ASTM-D422, AASHTO T193) con la cazoleta o fondo en la parte baja. Se coloca la tapa en la parte alta y se sacude el conjunto vigorosamente con un movimiento rotatorio horizontal; se pesa lo retirado en cada uno de las mallas con una aproximación de 0,01 gr.

Figura 3.42: Procedimiento del Ensayo.



Fuente: Tesistas.

9. Conociéndose los pesos retenidos en cada una de las mallas se obtiene los porcentajes retenidos parcial y acumulativo, así como los parciales que pasan.

10. Trazamos luego la curva granulométrica, que es una curva de distribución según el tamaño de los granos en un gráfico a escala semi logarítmico donde las abscisas son la aberturas de la mallas y la ordenadas son los porcentajes de material que pasan por dichas malla.

11. Dibujando la curva granulométrica resultante se procede a determinar su diámetro efectivo (D_{10}), su coeficiente de cobertura (C_c) y su coeficiente de uniformidad (C_u).

$$C_U = \frac{D_{60}}{D_{10}} \qquad C_U = \frac{D_{30}^2}{D_{10} * D_{60}}$$

3.9.4. Proceso Alternativo Utilizando los Ensayos de CBR para Seleccionar el Porcentaje Optimo de Relave Minero.

El proceso alternativo utilizando los ensayos de CBR no está normado para la determinación de la cantidad de relave minero optimo en una estabilización, sino más bien consiste en encontrar resultados que determinaran el uso de una mezcla apropiada entre del relave minero y el material de cantera para una capa base de una vía.

Los valores que se tomaron en cuenta para realizar la mezcla respectiva, y la obtención de los resultados de los ensayos de CBR se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 3.6: Variación de CBR en Mezclas de Material de Cantera y .Relave Minero.

N° de Muestra	% de Material de Cantera	% de Relave Minero	Valor de CBR
01	80	20	CBR al 100% =48.35%
02	75	25	CBR al 100% =74.50%
03	70	30	CBR al 100% =58.25%

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos - Pavimentos Huancavelica.

Para para realizar el ensayo de CBR, se necesitan 6kg. de muestra y así determinar la proporción en peso de la mezcla entre el relave minero y material de cantera, que a continuación se indica:

RM=: 25%* m.

MC=: 75%* m.

Dónde:

RM: Relave Minero.

MC: Material de Cantera.

m: muestra para el ensayo de CBR (6 kg).

Por lo tanto proporción en peso de la mezcla entre el relave minero y material de cantera es: 1:3 RM: MC.

3.9.5. Cálculo de Espesor de la Capa Base de la Vía.

3.9.5.1. Catálogo Estructural de Superficie de Rodadura.

Este método desarrollado por la National Association of Australian State Road Authorities (hoy AUSTROADS), fue analizada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2005), e incluida en el Manual para el Diseño de Caminos no Pavimentados de Bajo Volumen de Transito, en el cual adopta una secuencia adecuada para el diseño de caminos no pavimentados, el cual se basa en la ecuación del método NAASRA, que relaciona el valor de soporte y el número de repeticiones de EE.

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} \times (\text{Nrep}/120)$$

Donde:

- e = espesor de la capa de afirmado en mm
 CBR = valor del CBR de la subrasante
 Nrep = número de repeticiones de EE para el carril de diseño

Parámetros de Diseño:

- **Tráfico.**

El número acumulado de cargas de Eje Equivalente de diseño (8.20 Ton.) que circula por las vías de acceso durante la vida útil prevista, se ha determinado en base a la información de tráfico correspondiente a la **Carretera de Tercer Orden Tramo: Ccochaccasa - Tablapampa**. Asimismo, el Manual para el Diseño de Caminos no Pavimentados de Bajo Volumen de Transito, establece que desde el punto de vista del diseño de la capa de rodadura sólo tienen interés los vehículos pesados (buses y camiones), considerando como tales aquellos cuyo peso bruto excede de 2.5 tn. El resto de los vehículos que puedan circular con un peso inferior (motocicletas, automóviles y camionetas) provocan un efecto mínimo sobre la capa de rodadura, por lo que no se tienen en cuenta en su cálculo. En resumen se tiene el siguiente cuadro:

Cuadro 3.7: Estación de Conteo: N° 01 Tramo: Ccochaccasa- Tablapampa.

TIPO DE VEHICULOS	PROMEDIO DIARIO		TASA DE	IMD
	IMD	DISTRIB (%)	CREC. (%)	PROYECTADO
Autos	5	31.43	1.20	5
Camionetas Pick Up	3	19.05	1.20	3
Camioneta Rural	4	25.71	1.20	4
Micro	4	23.81	1.20	4
Ómnibus 2E	0	0.00	1.20	0
Ómnibus 3E	0	0.00	1.20	0
Camión 2 E	0	0.00	1.20	0
Camión 3E	0	0.00	1.20	0
TOTAL	15	100.0		16

IMD proy. = 16 veh/día

Fuente: Estudio de Tráfico.

Se aplicará lo indicado en el presente cuadro considerando un **periodo de diseño 06 años** para una estructura de una Base (Pavimento con Superficie de Rodadura No Pavimentada).

Finalmente, el Manual para el Diseño de Caminos no Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito, clasifica el tráfico proyectado al año horizonte, según lo siguiente:

Tabla 2.1: Relación entre el IMDA y la Clase de Tráfico.

CLASE	T0	T1	T2	T3	T4
IMDa (Total vehículos ambos sentidos)	< 15	16 – 50	51 – 100	101 – 200	201 – 400
Vehículos Pesados (carril de diseño)	< 6	6 – 15	16 – 28	29 – 56	57 – 112
Nº Rep. EE (carril de diseño)	$< 2.5 \times 10^4$	$2.6 \times 10^4 - 7.8 \times 10^4$	$7.9 \times 10^4 - 1.5 \times 10^5$	$1.6 \times 10^5 - 3.1 \times 10^5$	$3.2 \times 10^5 - 6.1 \times 10^5$

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

En el siguiente cuadro, se puede apreciar los valores calculados para cada caso, de acuerdo al volumen de tráfico proyectado para el periodo de diseño en los diferentes suelos homogéneos.

Cuadro 3.8: Clasificación de Tráfico Adoptada.

TRAMO HOMOGÉNEO UNICO:		IMDa TOTAL AMBOS SENTIDOS	Nro. Rep. EE (Carril de Diseño)	CLASE DE TRAFICO PARA CBVT
Km 00+000	Km 03+800	16 Veh/día Periodo de 06 años	7.800×10^4	T1

Fuente: Estudio de Tráfico.

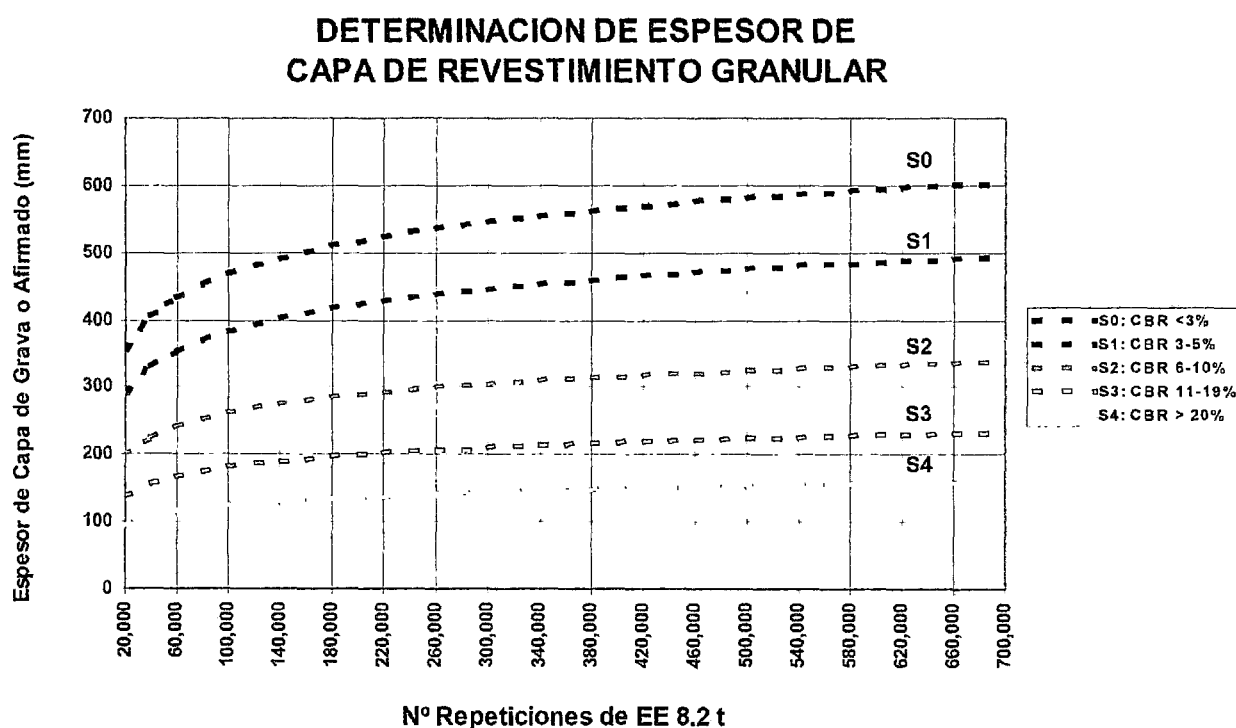
Cálculo de Espesores Método NAASRA

Para la determinación de los espesores de las capas que conforman la estructura del pavimento se ha empleado la metodología NAASRA que considera principalmente los parámetros de relación soporte (CBR) y el número de repeticiones.

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} \times (\text{Nrep}/120)$$

En principio se ha establecido un periodo de diseño de 06 años (requeridos por el Proyecto). Bajo este contexto se establece la siguiente estructura.

Figura 2.43: Relación entre el Valor de CBR de la Subrasante y el N° Repeticiones de EE 8.2 Tn.



Elaboración en base a la ecuación de diseño del método NAASRA

De la aplicación de la metodología de diseño correspondiente al método NAASRA y de las condiciones iniciales, se obtiene los correspondientes espesores de diseño.

- Periodo de Diseño: 06 Años
- IMD Proyectado: 16 Veh/día
- Transito proyectado: 7.800×10^4
- Tipo de Transito: T1 (2.6×10^4 – 7.8×10^4 ó IMD=16 – 50 Veh/día en dos/sentidos)
- Subrasante: CBR=7.37% correspondiente al 100% de MDS.
- Tipo Subrasante : S2, Sub-rasante Regular (CBR 6-10%)

Espesor de Base Calculado.

Para los datos recopilados el espesor obtenido es $e=223.93\text{mm}$.

Para lo cual adoptaremos $e= 25\text{cm}$.

CAPITULO IV:

RESULTADOS

4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

Los resultados obtenidos de los ensayos practicados a la subrasante de la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa - Tablapampa, material de cantera del distrito de Ccochaccasa y al relave minero de la mina Acchilla, se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos - Pavimentos Huancavelica. Cabe mencionar que también se realizó los ensayo respectivos de la dosificación entre el relave minero de la mina Acchilla y material de cantera del distrito de Ccochaccasa, en una proporción en peso de 1:3 relave minero: material de cantera, con la finalidad de plantear que el relave minero de la mina Acchilla es apto como agente estabilizante a nivel de base, para la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa - Tablapampa. A continuación se muestran los resultados obtenidos:

Cuadro 4.1: Resumen de los Ensayos Obtenidos de la Subrasante de la Carretera de Tercer Orden Tramo: Ccochaccasa - Tablapampa Km. 2+180 (Calicata-1).

N°	Ensayo	Resultado
01	Límite Líquido (ASTM D-4318)	53.93%
02	Índice plástico (ASTM D-4318)	24.76%
03	Valor Relativo de Soporte, CBR (ASTM D-1883)	7.37%
04	Porcentajes de Compactación del Proctor Modificado (ASTM D-1557)	Densidad Máxima Seca al 100%=1.79 gr/cc.
05	Variación en el Contenido Óptimo de Humedad del Proctor Modificado	13.85%
06	Clasificación de Suelo Según AASHTO	A-4(3)

07	Clasificación de Suelo Según SUCS	MH
----	-----------------------------------	----

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos - Pavimentos Huancavelica.

Cuadro 4.2: Resumen de los Ensayos Obtenidos de la Subrasante de la Carretera de Tercer Orden Tramo: Ccochaccasa - Tablapampa Km. 1+140 (Calicata-2).

N°	Ensayo	Resultado
01	Límite Líquido (ASTM D-4318)	50.47%
02	Índice plástico (ASTM D-4318)	21.49%
03	Valor Relativo de Soporte, CBR (ASTM D-1883)	7.15%
04	Porcentajes de Compactación del Proctor Modificado (ASTM D-1557)	Densidad Máxima Seca al 100%=1.78 gr/cc.
05	Variación en el Contenido Óptimo de Humedad del Proctor Modificado	12.93%
06	Clasificación de Suelo Según AASHTO	A-4(3)
07	Clasificación de Suelo Según SUCS	MH

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos - Pavimentos Huancavelica.

Cuadro 4.3: Resumen de los Ensayos Obtenidos del Material de Cantera del Distrito de Ccochaccasa (Calicata-1).

N°	Ensayo	Resultado	Rango Aceptable de los Resultados Según Norma	Descripción
01	Límite Líquido (ASTM D-4318)	31.01%	Max. 35 %	Cumple
02	Índice plástico (ASTM D-4318)	4.03%	Entre 4 y 9%	Cumple
03	Abrasión (ASTM C-131)	42.50%	Max. 50 %	Cumple
04	Valor Relativo de Soporte, CBR (ASTM D-1883)	45%	Min. 50 %	No Cumple
05	Porcentajes de Compactación del Proctor Modificado (ASTM D-1557)	Densidad Máxima Seca al 100%=1.98 gr/cc.	Min. 100 %	Cumple
06	Variación en el Contenido Óptimo de Humedad del Proctor Modificado	7.40%	+2 %	Cumple
07	Clasificación de Suelo Según AASHTO	A-2-7(0)		
08	Clasificación de Suelo Según SUCS	GM		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos - Pavimentos Huancavelica.

Cuadro 4.4: Resumen de los Ensayos Obtenidos del Relave Minero de la Mina Acchilla (Calicata-1).

N °	Ensayo	Resultado	Rango Aceptable de los Resultados Según Norma	Descripción
01	Limite Liquido (ASTM D-4318)	37.46%	Max. 35 %	No Cumple
02	Índice plástico (ASTM D-4318)	8.60%	Entre 4 y 9%	Cumple
03	Abrasión (ASTM C- 131)	-	Max. 50 %	Cumple
04	Valor Relativo de Soporte, CBR (ASTM D-1883)	31.20%	Min. 50 %	No Cumple
05	Porcentajes de Compactación del Proctor Modificado (ASTM D-1557)	Densidad Máxima Seca al 100%=1.90 gr/cc.	Min.100 %	Cumple
06	Variación en el Contenido Óptimo de Humedad del Proctor Modificado	11.60%	+2 %	Cumple
07	Clasificación de Suelo Según AASHTO	A-7(5)		
08	Clasificación de Suelo Según SUCS	ML		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos - Pavimentos Huancavelica.

Cuadro 4.5: Resumen de los Ensayos Obtenidos de la dosificación entre Relave Minero de Mina Acchilla y Material de Cantera del Distrito de Ccochaccasa Proporción en Peso Relave Minero:

Material de Cantera de 1:3 (25% de Relave Minero y 75% Material de Cantera)

N°	Ensayo	Resultado	Rango Aceptable de los Resultados Según Norma	Descripción
01	Limite Liquido (ASTM D-4318)	32.55%	Max. 35 %	Cumple
02	Índice plástico (ASTM D-4318)	7.22%	Entre 4 y 9%	Cumple
03	Abrasión (ASTM C-131)	40.35%	Max. 50 %	Cumple
04	Valor Relativo de Soporte, CBR (ASTM D-1883)	74.50%	Min. 50 %	Cumple
05	Porcentajes de Compactación del Proctor Modificado (ASTM D-1557)	Densidad Máxima Seca al 100%=2.16 gr/cc.	Min.100 %	Cumple
06	Variación en el Contenido Óptimo de Humedad del Proctor Modificado	8.30%	+2 %	Cumple
07	Clasificación de Suelo Según AASHTO	A-2-4(0)		
08	Clasificación de Suelo Según SUCS	GM		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos - Pavimentos Huancavelica.

Cuadro 4.6: Cuadro de Resumen Comparativo entre los Ensayos Obtenidos.

N°	Ensayo	Sin Relave (solo Material de Cantera)	Con Relave (Dosificación entre Relave Minero y Material de Cantera) Proporción en Peso de 1:3 (25% de Relave Minero y 75% Material de Cantera)
01	Límite Líquido (ASTM D-4318)	31.01%	32.55%
02	Índice plástico (ASTM D-4318)	4.03%	7.22%
03	Abrasión (ASTM C-131)	42.50%	40.35%
04	Valor Relativo de Soporte, CBR (ASTM D-1883)	45%	74.50%
05	Porcentajes de Compactación del Proctor Modificado (ASTM D-1557)	Densidad Máxima Seca al 100%=1.98 gr/cc.	Densidad Máxima Seca al 100%=2.16 gr/cc.
06	Variación en el Contenido Óptimo de Humedad del Proctor Modificado	7.40%	8.30%

Fuente: Elaboración Propia.

4.2. DISCUSIÓN.

En este punto de la tesis se trata de conjugar toda la experiencia ganada a lo largo del trabajo de investigación, tratando de dar respuestas a los interrogantes surgidos a lo largo del estudio por lo que es necesario plantear algunas preguntas para poder encaminar las discusiones finales. A continuación se plantean las principales cuestiones mencionadas.

- a. ¿Cuál es la dosificación del relave minero de la mina Acchilla y material de cantera de la localidad de Ccochaccasa, para la capa base de la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa - Tablapampa?

El desarrollo experimental en el laboratorio permitió determinar una dosificación o proporción por peso entre el relave minero de la mina Acchilla y el material de cantera del distrito de Ccochaccasa de 1:3. (25% de Relave Minero y 75% Material de Cantera)

- b. ¿Será posible mejorar las condiciones físicas de la capa base de la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa - Tablapampa, con el uso del relave minero de la mina Acchilla, al comparar sus resultados con los métodos convencionales usados?

El desarrollo experimental en el laboratorio permitió determinar mejoras en sus propiedades físicas, que a continuación se describe:

- Según los resultados obtenidos practicados a la dosificación proporción por peso de 1:3 entre el relave de la mina Acchilla y material de cantera del distrito de Ccochaccasa (25% de Relave Minero y 75% Material de Cantera), presenta un aumento significativo de índice de plasticidad de 7.22%, con respecto a los resultados obtenidos practicados al material de cantera del distrito de Ccochaccasa, presenta un índice de plasticidad de 4.03%.

- Según los resultados obtenidos practicados a la dosificación en proporción por peso de 1:3 entre el relave de la mina Acchilla y material de cantera del distrito de Ccochaccasa (25% de Relave Minero y 75% Material de Cantera), presenta un aumento significativo en su CBR al 100% de 74.50%, con respecto los resultados obtenidos practicados al material de cantera del distrito de Ccochaccasa, presenta un CBR al 100% de 45.00%.
 - Según los resultados obtenidos practicados a la dosificación en proporción por peso de 1:3 entre el relave de la mina Acchilla y material de cantera del distrito de Ccochaccasa (25% de Relave Minero y 75% Material de Cantera), presenta un aumento significativo de su densidad máxima seca al 100% de 2.16 gr/cc. de acuerdo al ensayo de compactación del proctor modificado. Con respecto a los resultados obtenidos practicados al material de cantera del distrito de Ccochaccasa, presenta un densidad máxima seca al 100% de 1.98 gr/cc. de acuerdo al ensayo de compactación del proctor modificado.
- c. ¿Qué ventajas y desventajas se podrán encontrar con el uso del relave minero de la mina Acchilla en la capa base de la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa - Tablapampa?
- El empleo del relave minero incrementa su CBR.
 - Permite consistencia estable de la base bajo el efecto de las lluvias.
- d. ¿El uso de relave minero de la Mina Acchilla, es viable para la capa base de la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa - Tablapampa, ubicado en el distrito de Ccochaccasa?

De acuerdo al desarrollo experimental y a los resultados obtenidos se llegó a la conclusión final de la viabilidad del uso de relave minero de la Mina Acchilla,

51

como capa base para la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa -
Tablapampa, ubicado en el distrito de Ccochaccasa.

CONCLUSIONES

- ✓ El muestreo de campo y la reducción de muestra para cada ensayo en particular, fueron realizados conforme a su norma respectiva.
- ✓ Esta investigación sobre la estabilización con relave minero en carreteras de tercer orden a nivel de base, fue realizada en base a una reducida información bibliográfica sobre el comportamiento de los suelos con el uso del relave minero como agente estabilizante, con muy poca divulgación y poco implementada en nuestro país.
- ✓ La realización de esta investigación de estabilización con relave minero en carreteras de tercer orden a nivel de base, se basó en la ejecución de una serie de ensayos de laboratorios basados en normas del ASTM Y AASHTO.
- ✓ La utilización del relave minero de la mina Acchilla como agente estabilizante ensayado determinó un incremento considerable de la capacidad de soporte al mezclarse con el material de cantera del distrito de Ccochaccasa, brindándonos una solución al problema de la base, que se presenta al momento de la construcción y mejoramiento de una carretera, donde muchas veces se emplea una estabilización mecánica para aumentar el valor del CBR.
- ✓ La determinación de la dosificación óptima del relave minero como agente estabilizante en carretera de tercer orden a nivel de base garantizara, una capacidad de soporte (CBR) requerida, una adecuada resistencia a la durabilidad y desgaste (producidos por lluvias, congelamiento y el tráfico).
- ✓ De acuerdo a los estudios realizados se estima que la estabilización con relave reduce el presupuesto debido al costo y a la disposición del relave de la mina Acchilla, al menos para las poblaciones cercanas a la mina, además la

40

estabilización con relave minero mejora las condiciones de transitabilidad y durabilidad del nivel de servicio de la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa - Tablapampa, por consiguiente alargara la vida útil de 04 a 06 años, asimismo el relave minero incrementara la duración de la capa de la base, por lo que la diferencia se encuentra en el costo – beneficio que genera la utilización del relave minero.

- ✓ La línea de investigación de la dosificación en peso para obtener una estabilización optima de la carretera de tercer orden a nivel de base Tramo: Ccochaccasa - Tablapampa, fue una mezcla de 25% de relave minero y el 75% de material de cantera, dónde se obtuvo el incremento del valor del CBR al 100% de 74.50 %. y de otras propiedades físicas (Ver cuadro 4.6).
- ✓ Con respecto al costo del uso del relave minero como agente estabilizante en la carretera de tercer orden a nivel de base Tramo: Ccochaccasa – Tablapampa, costo x m2 es S./ 75.94 nuevos soles de acuerdo al presupuesto realizado (Ver anexos: Presupuesto de obra con el uso de relave minero).
- ✓ De acuerdo al desarrollo experimental y a los resultados obtenidos se llegó a la conclusión final de la viabilidad del uso de relave minero de la Mina Acchilla, como agente estabilizante en la carretera de tercer orden a nivel de base Tramo: Ccochaccasa - Tablapampa, ubicado en el distrito de Ccochaccasa.

RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda la utilización del relave minero de la mina Acchilla, para la ejecución de obras de Rehabilitación y Mantenimientos Periódicos de carreteras de tercer orden a nivel de base, teniendo en consideración las características de las canteras utilizadas en la presente tesis, en la cual la dosificación utilizada mejoró sus condiciones físicas de la capa base de la vía.
- ✓ Se recomienda realizar un muestreo mucho más amplio en el cual intervengan, no solo los parámetros que se tomaron en cuenta en este trabajo sino también las fuentes y los diferentes tipos de materiales.
- ✓ Se recomienda construir un tramo de prueba para cada proyecto donde sea implementada esta técnica de estabilización, para poder ajustar y coordinar a escala real, todos y cada uno de los parámetros de ejecución involucrados en la construcción del tramo con el equipo disponible.
- ✓ Nuestros compañeros que desean adelantar investigaciones al respecto, deben enfocar sus ideas a la consecución del desarrollo de este tema, implementando nuevos productos innovadores por ser de gran utilidad al adelanto ingenieril en cuanto a estabilizaciones para bases, sub-bases y afirmado en carreteras de la región de Huancavelica.

BIBLIOGRÁFICAS

A: BIBLIOGRAFÍA:

1. ALFONSO MONTEJO FONSECA. 2006. Ingeniería de Pavimentos: **"Fundamentos, estudios básicos y diseño"**, Universidad Católica de Colombia. 611 pág.
2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS (EG-2000)
3. E.T.U. DE INGENIEROS TÉCNICOS DE OBRAS PÚBLICAS. **"Curso de Estabilización de suelos"**. Varios autores. Madrid 2008.
4. FERNANDEZ I, Carlos, **"Mejoramiento y Estabilización de Suelos"**. Limusa Wiley. México. 1982.
5. IECA, AEC, ETC. Varias Ponencias. **"I-Taller Simposio Internacional sobre Estabilización de Explanadas y Reciclado In Situ de firmes con relave"**. Salamanca, 2001.
6. MTC 2008, **"Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentados de Bajo Volumen de Transito"**, 160 pág.
7. Reactivos químicos y camineros sociedad anónima cerrada – REQCAM SAC.
8. RICO, Alfonso y DEL CASTILLO, Hermilo. **"La ingeniería de suelos en las vías terrestres"**, tomo 2, Estabilización de Suelos.
9. SAMPEDIO, A. **"Curso sobre tratamientos de suelos"**. Academia de Ingenieros del Ejército. Madrid, 2004.

B: PÁGINAS WEB:

1. Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentados de Bajo Volumen de Transito:
<http://www.new-technologies.org/ECT/Civil/civil.htm>.
2. "Mejoramiento y Estabilización de Suelos", dirección:
<http://www.tdx.cat/handle/10803/6153;jsessionid=3A71578A3BFF212BBAA72F5952EAC8B4.tdx1> , fecha de consulta: 2 de agosto del 2013.
3. "Curso sobre tratamientos de suelos", disponible en:
<http://www.monografías.com/trabajos11/shtml.101k> , fecha de consulta: 2 de agosto del 2013.

ANEXOS

ESTUDIO DE TRÁFICO



ESTUDIO DE TRÁFICO



PROVIAS
DESCENTRALIZADO

CLASIFICACIÓN VEHICULAR

CAMINO VECINAL	TRAMO: CCOCHACCASA - TABLAPAMPA (LONG=3.80KM)
SENTIDO	← E S →
UBICACIÓN	Ccochaccasa (Km. 0+000)

UBICACIÓN	1
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN	
FECHA	Lunes 05 08 2013

HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
			PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
DIAGRA. VEH																			
0	E																		0
1	S																		0
1	E																		0
2	S																		0
2	E																		0
3	S																		0
3	E																		0
4	S																		0
4	E																		0
5	S																		0
5	E																		0
6	S																		0
6	E			1															1
7	S																		0
7	E																		0
8	S																		0
8	E	1																	1
9	S																		0
9	E	1		1															2
10	S			1															1
10	E				1														1
11	S	1			1														2
11	E																		0
12	S																		0



CLASIFICACIÓN VEHICULAR

UBICACIÓN	1		
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN			
FECHA	Lunes 05	08	2013

[illegible]



ESTUDIO DE TRÁFICO



PROVIAS
DESCENTRALIZADO

CLASIFICACIÓN VEHICULAR

CAMINO VECINAL	TRAMO: CCOCHACCASA - TABLAPAMPA (LONG=3.80KM)
SENTIDO	← E S →
UBICACIÓN	Ccochaccasa (Km. 0+000)

UBICACIÓN	1		
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN			
FECHA	Lunes 05	08	2013

HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
			PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
DIAGRA. VEH																			

TESISTAS: CERAFIN RAMOS ROJAS

:

JESUS TORRES RAMOS:

[illegible]

ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR

**PROVIAS
DESCENTRALIZADO**

CAMINO VECINAL	TRAMO: CCOCHACCASA - TABLAPAMPA (LONG=3,80KM)
SENTIDO	← E S →
UBICACIÓN	Ccochaccasa (Km. 0+000)

UBICACIÓN	1		
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN			
FECHA	Martes 06	08	2013

[illegible]



ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR



PROVIAS
DESCENTRALIZADO

CAMINO VECINAL	TRAMO: CCOCHACCASA - TABLAPAMPA (LONG=3.80KM)
SENTIDO	← E S →
UBICACIÓN	Ccochaccasa (Km. 0+000)

UBICACIÓN	1		
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN			
FECHA	Miercoles 07	08	2013

HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
			PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
DIAGRA. VEH																			
0	E																		0
1	S																		0
1	E																		0
2	S																		0
2	E																		0
3	S																		0
3	E																		0
4	S																		0
4	E																		0
5	S																		0
5	E																		0
6	S																		0
6	E																		0
7	S																		0
7	E	1																	1
8	S		1																1
8	E																		0
9	S																		0
9	E	1	1	1															3
10	S																		0
10	E				1														1
11	S				1														1
11	E			1															1
12	S	1																	1



ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR



PROVIAS
DESCENTRALIZADO

CAMINO VECINAL	TRAMO: CCOCHACCASA - TABLAPAMPA (LONG=3.80KM)
SENTIDO	← E S →
UBICACIÓN	Ccochaccasa (Km. 0+000)

UBICACIÓN	1		
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN			
FECHA	Miercoles 07	08	2013

HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
			PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
DIAGRA. VEH																			
12	E																		0
13	S																		0
13	E		1																1
14	S																		0
14	E																		0
15	S		1																1
15	E			1															1
16	S	1			1														2
16	E																		0
17	S																		0
17	E																		0
18	S																		0
18	E			1															1
19	S		1																1
19	E																		0
20	S																		0
20	E																		0
21	S																		0
21	E																		0
22	S																		0
22	E																		0
23	S																		0
23	E																		0
24	S																		0
TOTAL	E	2	2	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
	S	2	3	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7



ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR



PROVIAS
DESCENTRALIZADO

CAMINO VECINAL	TRAMO: CCOCHACCASA - TABLAPAMPA (LONG=3.80KM)
SENTIDO	← E S →
UBICACIÓN	Ccochaccasa (Km. 0+000)

UBICACIÓN	1		
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN			
FECHA	Jueves 08	08	2013

HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
			PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
DIAGRA. VEH																			
0	E																		0
1	S																		0
1	E																		0
2	S																		0
2	E																		0
3	S																		0
3	E																		0
4	S																		0
4	E																		0
5	S																		0
5	E																		0
6	S																		0
6	E																		0
7	S																		0
7	E																		0
8	S																		0
8	E																		0
9	S																		0
9	E																		0
10	S																		0
10	E			1															1
11	S				1														1
11	E	1			1														2
12	S	1																	1



ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR



PROVIAS
DESCENTRALIZADO

CAMINO VECINAL	TRAMO: CCOCHACCASA - TABLAPAMPA (LONG=3.80KM)
SENTIDO	← E S →
UBICACIÓN	Ccochaccasa (Km. 0+000)

UBICACIÓN	1		
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN			
FECHA	Jueves 08	08	2013

HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
			PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
DIAGRA. VEH																			
12	E																		0
13	S			1															1
13	E																		0
14	S																		0
14	E			1															1
15	S																		0
15	E																		0
16	S	1																	1
16	E		1																1
17	S		1																1
17	E				1														1
18	S																		0
18	E			1															1
19	S																		0
19	E		1																1
20	S																		0
20	E																		0
21	S																		0
21	E																		0
22	S																		0
22	E																		0
23	S																		0
23	E																		0
24	S																		0
TOTAL	E	1	2	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
	S	2	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5



ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR



PROVIAS
DESCENTRALIZADO

CAMINO VECINAL	TRAMO: CCOCHACCASA - TABLAPAMPA (LONG=3.80KM)
SENTIDO	← E S →
UBICACIÓN	Ccochaccasa (Km. 0+000)

UBICACIÓN	1		
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN			
FECHA	Viernes 09	08	2013

HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
			PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
DIAGRA. VEH																			
0	E																		0
1	S																		0
1	E																		0
2	S																		0
2	E																		0
3	S																		0
3	E																		0
4	S																		0
4	E																		0
5	S																		0
5	E																		0
6	S																		0
6	E																		0
7	S																		0
7	E																		0
8	S																		0
8	E																		0
9	S																		0
9	E																		0
10	S			1															1
10	E				1														1
11	S		1		1														2
11	E	1																	1
12	S	1		1															2



UBICACIÓN	1		
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN			
FECHA	Viernes 09	08	2013

[illegible]

[illegible]



ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR



PROVIAS
DESCENTRALIZADO

CAMINO VECINAL	TRAMO: CCOCHACCASA - TABLAPAMPA (LONG=3.80KM)
SENTIDO	← E S →
UBICACIÓN	Ccochaccasa (Km. 0+000)

UBICACIÓN	1		
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN			
FECHA	Sábado 10	08	2013

HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
			PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
DIAGRA. VEH																			
12	E																		0
13	S																		0
13	E																		0
14	S	1																	1
14	E			1															1
15	S																		0
15	E																		0
16	S																		0
16	E	1																	1
17	S			1															1
17	E																		0
18	S		1																1
18	E	1																	1
19	S																		0
19	E																		0
20	S																		0
20	E		1	1															2
21	S																		0
21	E																		0
22	S																		0
22	E																		0
23	S																		0
23	E																		0
24	S																		0
TOTAL	E	3	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
	S	2	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7



UBICACIÓN	1		
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN			
FECHA	Domingo 11	08	2013

[illegible]

ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR

MTC 
Ministério de Transportes e Comunicações

**PROVIAS
DESCENTRALIZADO**

CAMINO VECINAL	TRAMO: CCOCHACCASA - TABLAPAMPA (LONG=3.80KM)
SENTIDO	← E S →
UBICACIÓN	Ccochaccasa (Km. 0+000)

UBICACIÓN	1		
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN			
FECHA	Domingo 11	08	2013

[illegible]



ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR



PROVIAS
DESCENTRALIZADO

CARRETERA DE 3er. ORDEN	TRAMO: COCHACCASA - TABLAPAMPA (LONG=3.80KM)
SENTIDO	SALIDA
UBICACIÓN	Cochaccasa (Km. 0+000)

UBICACIÓN	1
CÓDIGO DE LA ESTACIÓN	

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC. %
		PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
DIAGRA. VEH.																			
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
05-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
06-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
07-08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
08-09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
09-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
10-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
11-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
12-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
13-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
14-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
15-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
16-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
17-18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
18-19	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	25.00
19-20	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	25.00
20-21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	25.00
21-22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	25.00
22-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	
%	50	-	-	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		100.00

ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR

CARRETERA DE 3er. ORDEN	TRAMO: COCHACCASA - TABLAPAMPA (LONG=3.80KM)
SENTIDO	ENTRADA
UBICACIÓN	Km. 5+400

ESTACION	1
CODIGO DE LA ESTACION	

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC. %
		PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
DIAGRA.																			
VEH																			
00-01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
01-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
02-03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
03-04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
04-05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
05-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
06-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
07-08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
08-09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
09-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
10-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
11-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
12-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
13-14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
14-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
15-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
16-17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
17-18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
18-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
19-20	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	25.00
20-21	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	25.00
21-22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	25.00
22-23	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	25.00
23-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	
%	50	-	-	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		100.00

47

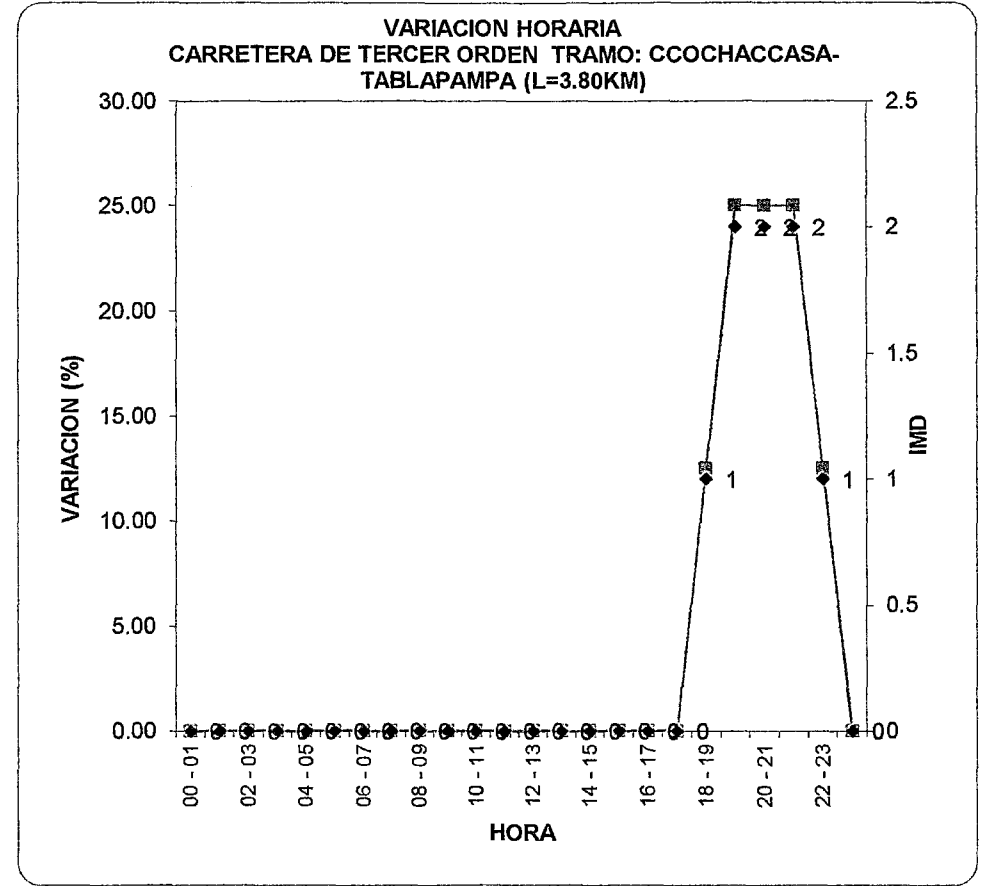
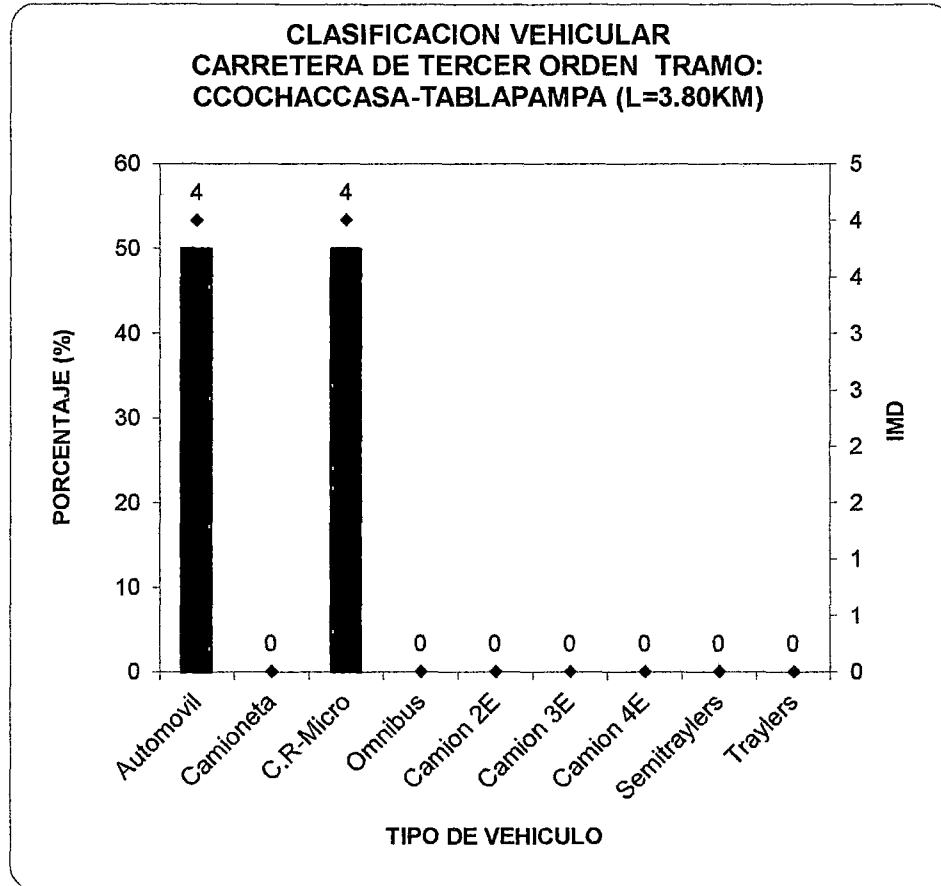
ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR

CARRETERA DE 3er. ORDEN	TRAMO: CCOCHACCASA - TABLAPAMPA (LONG=3.80KM)	
SENTIDO	AMBOS	
UBICACIÓN	Km. 0+000	

ESTACION	1
CODIGO DE LA ESTACION	

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC. %
		PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
DIAGRA.																			
VEH																			
00 - 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
01 - 02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
02 - 03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
03 - 04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
04 - 05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
05 - 06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
06 - 07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
07 - 08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
08 - 09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
09 - 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
10 - 11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
11 - 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
12 - 13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
13 - 14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
14 - 15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
15 - 16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
16 - 17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
17 - 18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
18 - 19	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12.50
19 - 20	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	25.00
20 - 21	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	25.00
21 - 22	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	25.00
22 - 23	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12.50
23 - 24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
TOTAL	4	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	
%	50	-	-	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		100.00

GRAFICO DE CLASIFICACION VEHICULAR





PROYECTO : TESIS "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"
DISTRITO : CCOCHACCASA
FECHA : AGOSTO - 2013

ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL, POR SENTIDO Y TIPO DE VEHÍCULO, AÑO 2,013
En Valores Absolutos y Relativos

TRAMO	RUTA	ESTACIÓN	SENTIDO	IMD	TIPO DE VEHICULO										
					AUTOMOVIL	CAMIONETA	CAMIONETA RURAL	MICROBUS	OMNIBUS 2 E	OMNIBUS 3 E	CAMIÓN 2 E	CAMIÓN 3 E	CAMION 4 E	SEMI TRAYLERS	TRAYLERS
CCOCHACCASA-TABLAPAMPA		E - 1	E	4	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
			S	4	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	
			E + S	8	4	-	-	4	-	-	-	-	-	-	
			%	100.0	50.0	-	-	50.0	-	-	-	-	-	-	

FUENTE : Estudio de Conteo, Clasificación Vehicular - Conteo 2013
ELABORACIÓN : TESISTAS



PROYECTO : TESIS "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"
DISTRITO : CCOCHACCASA
FECHA : AGOSTO - 2013

ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE MEDIO DIARIO (IMD)

Se empleará la siguiente Fórmula:

$$IMD = \frac{5VDL + VS + VD}{7} \times FC$$

Donde:

VDL = Promedio de volumen de tránsito de días laborables
VS = Volumen de tránsito día sábado
VD = Volumen de tránsito día domingo
FC = Factor de corrección

Del Análisis de las encuestas realizadas se tiene:

VDL = 8
VS = 7
VD = 7
FC = 1.00

Aplicando la fórmula se tiene:

IMD = 8

 Veh/día

ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE MEDIO DIARIO (IMD) - VEHÍCULOS LIGEROS

Se empleará la siguiente fórmula :

$$IMD = \frac{5VDL + VS + VD}{7} \times FC$$

Donde:

VDL = Promedio de volumen de tránsito de días laborables
VS = Volumen de tránsito día sábado
VD = Volumen de tránsito día domingo
FC = Factor de corrección



PROYECTO : TESIS "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"

DISTRITO : CCOCHACCASA

FECHA : AGOSTO - 2013

Del Análisis de las encuestas realizadas se tiene:

VDL = 8
VS = 7
VD = 7
FC = 1.00

Aplicando la fórmula se tiene:

$$IMD = \frac{5VDL + VS + VD}{7} \times FC$$

IMD = 8 Veh/día

ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE MEDIO DIARIO (IMD) - VEHÍCULOS PESADOS

Se empleará la siguiente fórmula :

$$IMD = \frac{5VDL + VS + VD}{7} \times FC$$

Donde:

VDL = Promedio de volumen de tránsito de días laborables
VS = Volumen de tránsito día sábado
VD = Volumen de tránsito día domingo
FC = Factor de corrección

Del Análisis de las encuestas realizadas se tiene:

VDL = 0
VS = 0
VD = 0
FC = 1.00

Aplicando la fórmula se tiene:

IMD = 0 Veh/día



: CCOCHACCASA

: AGOSTO - 2013



IMD ANUAL Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR
IMD (Veh/día)

[illegible]



: TESIS "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"

: CCOCHACCASA

: AGOSTO - 2013

[illegible][illegible]



PROYECTO

: TESIS "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"

DISTRITO

: CCOCHACCASA

FECHA

: AGOSTO - 2013

IMD ANUAL Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR
IMD (Veh/día)

TIPO DE VEHÍCULOS	DÍA 05.08.13		DÍA 06.08.13		DÍA 07.08.13		DÍA 08.08.13		DÍA 09.08.13		DÍA 10.08.13		DÍA 11.08.13		PROMEDIO DIARIO	
	IMD	DISTRIB (%)	IMD	DISTRIB (%)	IMD	DISTRIB (%)	IMD	DISTRIB (%)	IMD	DISTRIB (%)	IMD	DISTRIB (%)	IMD	DISTRIB (%)	IMD	DISTRIB (%)
Autos	6	31.58	7	41.18	4	25.00	3	23.08	4	30.77	5	35.71	4	30.77	5	31.43
Camionetas Pick Up	3	15.79	2	11.76	5	31.25	3	23.08	1	7.69	3	21.43	3	23.08	3	5.21
Camioneta Rural	7	36.84	1	5.88	4	25.00	4	30.77	5	38.46	4	28.57	2	15.38	4	25.71
Micro	3	15.79	7	41.18	3	18.75	3	23.08	3	23.08	2	14.29	4	30.77	4	23.81
Omnibus 2E	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Omnibus 3E	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Camión 2 E	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Camión 3E	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
TOTAL PROMEDIO DIARIO	19	100.00	17	100.00	16	100.00	13	100.00	13	100.00	14	100.00	13	100.00	15	86.15
TOTAL PROMEDIO PERIODO															15	86.15
TOTAL PROMEDIO VOL. TRÁNSITO DIAS LABORABLES															16	
VOLUMEN DE TRÁNSITO DEL DÍA SABADO															13	
VOLUMEN DE TRÁNSITO DEL DÍA DOMINGO															13	



: TESIS "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"

: CCOCHACCASA

: AGOSTO - 2013

[illegible][illegible]



PROVIAS
DESCENTRALIZADO

PROYECTO : TESIS "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"

DISTRITO : CCOCHACCASA

FECHA : AGOSTO - 2013

PROYECCIÓN DE TRÁFICO IMD (Veh/día)

Tasa de crecimiento poblacional (%)= 3.00

Tasa de crecimiento PBI departamental (%)= 1.20

Periodo de diseño (años)= 6.00

TIPO DE VEHÍCULOS	PROMEDIO DIARIO		TASA DE	IMD
	IMD	DISTRIB (%)	CREC. (%)	PROYECTADO
Autos	5	31.43	1.20	5
Camionetas Pick Up	3	19.05	1.20	3
Camioneta Rural	4	25.71	1.20	4
Micro	4	23.81	1.20	4
Omnibus 2E	0	0.00	1.20	0
Omnibus 3E	0	0.00	1.20	0
Camión 2 E	0	0.00	1.20	0
Camión 3E	0	0.00	1.20	0
TOTAL	15	100.0		16

IMD proy. = 16 Veh/día

Para la proyección de tráfico se ha empleado la siguiente fórmula:

$$Tr = T (1 + Rt)^{(n-1)}$$

Donde:

Tr = Proyección de tráfico en años "n"

T = IMD promedio del periodo de análisis

Rt = Tasa de crecimiento poblacional aplicada

n = Periodo de diseño

66

PRESUPUES TO DE OBRA CON RELAVE MINERO

Presupuesto

Presupuesto 1101011 TESIS: "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"

Subpresupuesto 005 CON EL USO DEL RELAVE MINERO

Ciente UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA Costo al 17/09/2013

Lugar HUANCAMELICA - ANGARAES - CCOCHACCASA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				755.34
01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA	und	1.00	515.80	515.80
01.02	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE LA OBRA	glb	1.00	239.54	239.54
02	OBRAS PRELIMINARES				6,091.68
02.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO PESADO	glb	1.00	6,086.51	6,086.51
02.02	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO LA OBRA	km	0.04	129.19	5.17
03	PAVIMENTOS				1,222.22
03.01	PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUBRASANTE	m2	142.00	0.48	68.16
03.03	BASE (MATERIAL DE CANTERA Y RELAVE MINERO) e=25 cm.	m3	38.00	30.37	1,154.06
04	IMPACTO AMBIENTAL				3,474.30
04.01	RESTAURACION DE AREAS AFECTADA POR CAMPAMENTOS/ PATIO DE MAQUINAS	ha	0.50	3,474.29	1,737.15
04.02	RESTAURACION DE AREA DISTURBADAS EN CANTERAS	ha	0.50	3,474.29	1,737.15
	Costo Directo				11,543.54

SON : ONCE MIL QUINIENTOS CUARENTITRES Y 54/100 NUEVOS SOLES

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1101011	TESIS: "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"				
Subpresupuesto	005	CON EL USO DEL RELAVE MINERO				Fecha presupuesto 17/09/2013
Partida	01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA				

Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und		515.80
-------------	---------	------------	------------	----------------------------------	--	--------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	8.0000	5.63	45.04
0101010005	PEON	hh	2.0000	16.0000	3.50	56.00
						101.04
Materiales						
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		1.2000	6.00	7.20
0207030001	HORMIGON	m3		0.2800	70.00	19.60
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.2500	24.50	6.13
0218020001	PERNO HEXAGONAL	und		6.0000	2.00	12.00
0231010003	ROLLISO DE EUCALIPTO DE D=15CM, L=6.00M	und		2.0000	20.00	40.00
0231010004	MADERA ROBLE CORRIENTE	p2		24.0000	3.20	76.80
02671100160007	GIGANTOGRAFIA DE 3.60MX2.40M	und		1.0000	250.00	250.00
						411.73
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	101.04	3.03
						3.03

Partida	01.02	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE LA OBRA				
---------	-------	-----------------------------------	--	--	--	--

Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb		239.54
-------------	---------	------------	------------	----------------------------------	--	--------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	8.0000	5.63	45.04
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	8.0000	4.38	35.04
0101010005	PEON	hh	3.0000	24.0000	3.50	84.00
						164.08
Materiales						
02041200010002	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA 1 1/2"	kg		0.1250	6.00	0.75
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1000	6.00	0.60
02041200010009	CLAVOS PARA CALAMINA DE 3"	kg		0.1000	6.00	0.60
0228180003	CALAMINA DE PLANCHA METALICA DE (1.16x0.70 m.)	pln		1.1700	25.00	29.25
0231010004	MADERA ROBLE CORRIENTE	p2		9.4500	3.20	30.24
02310500010003	TRIPLAY DE 1.20X2.40 m X 6 mm	und		0.3500	26.00	9.10
						70.54
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	164.08	4.92
						4.92

Partida	02.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO PESADO				
---------	-------	---	--	--	--	--

Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb		6,086.51
-------------	---------	------------	------------	----------------------------------	--	----------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Subcontratos						
0424010006	SC MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS PESADOS	glb		1.0000	6,086.51	6,086.51
						6,086.51

Partida	02.02	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO LA OBRA				
---------	-------	---	--	--	--	--

Rendimiento	km/DIA	MO. 2.5000	EQ. 2.5000	Costo unitario directo por : km		129.19
-------------	--------	------------	------------	---------------------------------	--	--------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	3.2000	5.63	18.02
0101010005	PEON	hh	2.0000	6.4000	3.50	22.40
01010300000005	OPERARIO TOPOGRAFO	hh	1.0000	3.2000	5.63	18.02
01010300030003	AYUDANTE DE TOPOGRAFIA	hh	3.0000	9.6000	3.50	33.60

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1101011 TESIS: "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACÇASA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"					
Subpresupuesto	005 CON EL USO DEL RELAVE MINERO				Fecha presupuesto	17/09/2013
						92.04
Materiales						
0231040001	ESTACAS DE MADERA	und		7.7000	1.50	11.55
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0.2000	35.00	7.00
						18.55
Equipos						
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	día	1.0000	0.4000	8.00	3.20
0301000009	ESTACION TOTAL	día	1.0000	0.4000	12.00	4.80
0301000014	MIRAS	día	1.0000	0.4000	5.00	2.00
0301000021	PRISMA	día	2.0000	0.8000	5.00	4.00
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	92.04	4.60
						18.60
Partida	03.01 PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUBRASANTE					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 4,500.0000	EQ. 4,500.0000	Costo unitario directo por : m2		0.48
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0018	5.63	0.01
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0018	4.38	0.01
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0036	3.50	0.01
						0.03
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.03	
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOP. 70-100 HP 7-9 Ton.	hm	1.0000	0.0018	9.00	0.02
03012000010004	MOTONIVELADORA 125HP	hm	1.0000	0.0018	125.00	0.23
03012200050005	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 122HP 2000 gln.	hm	1.0000	0.0018	110.00	0.20
						0.45
Partida	03.03 BASE (MATERIAL DE CANTERA Y RELAVE MINERO) e=25 cm.					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m3		30.37
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Subpartidas						
010104020402	ESPARCIDO Y COMPACTADO	m3		1.0000	3.62	3.62
010303030311	EXTRACCION DE RELAVE MINERO	m3		0.3125	4.57	1.43
010303030312	EXTRACCION DE MATERIAL DE CANTERA	m3		0.9375	2.37	2.22
010303050403	ZARANDEO DE MATERIAL DE CANTERA	m3		0.9375	2.45	2.30
010303060303	CARGUIO DE MATERIAL DE CANTERA	m3		0.9375	2.23	2.09
010303060304	CARGUIO DE RELAVE MINERO	m3		0.3125	2.47	0.77
010304020103	RIEGO	m3		1.0000	7.42	7.42
010304020104	MEZCLADO DE MATERIAL DE CANTERA Y RELAVE MINERO	m3		1.0000	5.57	5.57
010716030303	TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTERA	m3		0.9375	3.88	3.64
010716030304	TRANSPORTE DE RELAVE MINERO	m3		0.3125	4.20	1.31
						30.37
Partida	04.01 RESTAURACION DE AREAS AFECTADA POR CAMPAMENTOS/ PATIO DE MAQUINAS					
Rendimiento	ha/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : ha		3,474.29
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	8.0000	5.63	45.04
0101010005	PEON	hh	5.0000	40.0000	3.50	140.00
						185.04
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	185.04	9.25
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	1.0000	8.0000	130.00	1,040.00
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	8.0000	180.00	1,440.00
03012200040006	CAMION VOLQUETE 6X4330HP 10 m3	hm	1.0000	8.0000	100.00	800.00

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1101011	TESIS: "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"
-------------	---------	---

Subpresupuesto **005 CON EL USO DEL RELAVE MINERO**

Fecha presupuesto

17/09/2013

3,289.25

Partida	04.02	RESTAURACION DE AREA DISTURBADAS EN CANTERAS
---------	-------	--

Rendimiento	ha/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : ha	3,474.29
-------------	--------	------------	------------	---------------------------------	----------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	8.0000	5.63	45.04
0101010005	PEON	hh	5.0000	40.0000	3.50	140.00
				-		185.04

Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	185.04	9.25
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	1.0000	8.0000	130.00	1,040.00
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	8.0000	180.00	1,440.00
03012200040006	CAMION VOLQUETE 6X4330HP 10 m3	hm	1.0000	8.0000	100.00	800.00
						3,289.25

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra	1101011	TESIS: "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"			
Subpresupuesto	005	CON EL USO DEL RELAVE MINERO			
Fecha	17/09/2013				
Lugar	090304	HUANCAVELICA - ANGARAES - CCOCHACCASA			
Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					
0101010002	CAPATAZ	hh	32.9042	5.63	185.25
0101010004	OFICIAL	hh	9.1258	4.38	39.97
0101010005	PEON	hh	93.2806	3.50	326.48
01010300000005	OPERARIO TOPOGRAFO	hh	0.1280	5.63	0.72
01010300030003	AYUDANTE DE TOPOGRAFIA	hh	0.3840	3.50	1.34
					553.76
MATERIALES					
02041200010002	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA 1 1/2"	kg	0.1250	6.00	0.75
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	1.3000	6.00	7.80
02041200010009	CLAVOS PARA CALAMINA DE 3"	kg	0.1000	6.00	0.60
0207030001	HORMIGON	m3	0.2800	70.00	19.60
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	0.2500	24.50	6.13
0218020001	PERNO HEXAGONAL	und	6.0000	2.00	12.00
0228180003	CALAMINA DE PLANCHA METALICA DE (1.16x0.70 m.)	pln	1.1700	25.00	29.25
0231010003	ROLLISO DE EUCALIPTO DE D=15CM, L=6.00M	und	2.0000	20.00	40.00
0231010004	MADERA ROBLE CORRIENTE	p2	33.4500	3.20	107.04
0231040001	ESTACAS DE MADERA	und	0.3080	1.50	0.46
02310500010003	TRIPLAY DE 1.20X2.40 m X 6 mm	und	0.3500	26.00	9.10
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal	0.0080	35.00	0.28
02671100180007	GIGANTOGRAFIA DE 3.60MX2.40M	und	1.0000	250.00	250.00
					483.01
EQUIPOS					
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	día	0.0160	8.00	0.13
0301000009	ESTACION TOTAL	día	0.0160	12.00	0.19
0301000014	MIRAS	día	0.0160	5.00	0.08
0301000021	PRISMA	día	0.0320	5.00	0.16
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			18.12
03010400030006	MOTOBOMBA 10HP 4"	hm	2.2344	7.00	15.64
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOP. 70-100 HP 7-9 Ton.	hm	1.1258	9.00	10.13
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	11.2528	130.00	1,462.86
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	8.4370	480.00	1,518.66
03012000010004	MOTONIVELADORA 125HP	hm	1.1258	125.00	140.73
03012200040006	CAMION VOLQUETE 6X4330HP 10 m3	hm	9.7252	100.00	972.52
03012200050005	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 122HP 2000 gln.	hm	2.4900	110.00	273.90
0301400007	ZARANDA METALICA	hm	0.5700	10.00	5.70
					4,418.82
SUBCONTRATOS					
0424010006	SC MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS PESADOS	qib	1.0000	6,086.51	6,086.51
					6,086.51
Total				S/.	11,542.10

JUSTIFICACIÓN DE METRADOS

PROPIETARIO : UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
PROYECTO : TESIS "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"
RUTA : CARRETERA DE TERCER ORDEN TRAMO : CCOCHACCASA-TABLAPAMPA
LONGITUD : 3.80 KM.
DEPARTAMENTO : HUANCAMELICA
PROVINCIA : ANGARAES
DISTRITO : CCOCHACCASA
LOCALIDAD : TABLAPAMPA

1.00.00 OBRAS PROVISIONALES

1.01.00 CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE OBRA

UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD UND
TABLAPAMPA	Cartel de Obra	1,00
Total metrado para Partida		1,00

1.02.00 CAMPAMENTO PROVISIONAL DE LA OBRA

UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD GLB
Tablapampa	Campamento	1,00
Total metrado para Partida		1,00

2.00.00 OBRAS PRELIMINARES

2.01.00 MOVILIZACIÓN/DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO PESADO

UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD GLB
Huancavelica - Ccochaccasa- Tablapampa	Movilización y Desmovilización de Equipo Pesado	1,00
Total metrado para Partida		1,00

2.02.00 TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO DE LA OBRA

UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD KM
Tramo: Ccochaccasa- Tablapampa	Trazo, Nivelación y Replanteo	0,04
Prog. 1+140	0,02	
Prog. 2+180	0,02	
Total metrado para Partida		0,04

JUSTIFICACIÓN DE METRADOS

PROPIETARIO : UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
PROYECTO : TESIS "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"
RUTA : CARRETERA DE TERCER ORDEN TRAMO : CCOCHACCASA-TABLAPAMPA
LONGITUD : 3.80 KM.
DEPARTAMENTO : HUANCAMELICA
PROVINCIA : ANGARAES
DISTRITO : CCOCHACCASA

3.00.00 PAVIMENTOS

3.01.00 PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUB-RASANTE

PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS (mt.)			ÁREA (m2)
		Longitud (m)	Espesor (m)	Ancho (m)	
Tramo: Ccochaccasa-Tablapampa					
Prog. 1+140 y Prog. 2+180	Perfilado de la Subrasante	40,00		3,80	152,00
Total metrado para Partida					152,00

3.02.00 BASE (MATERIAL DE CANTERA Y RELAVE MINERO) e =25cm

PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS (mt.)			VOLUMEN (m3)
		Longitud (m)	Espesor (m)	Ancho (m)	
Tramo: Ccochaccasa-Tablapampa					
Prog. 1+140 y Prog. 2+180	Base e = 25cm	40,00	0,25	3,80	38,00
Total metrado para Partida					38,00

4.00.00 IMPACTO AMBIENTAL

4.01.00 RESTAURACIÓN DE ÁREAS AFECTADAS POR CAMPAMENTO/PATIO DE MAQUINAS

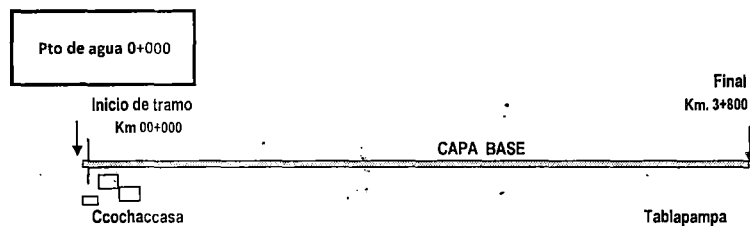
UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN	Ha
Tablapampa	Campamento de obra	0,50
Total metrado para Partida		0,50

4.02.00 RESTAURACIÓN DE ÁREAS DISTURBADAS EN CANTERAS

UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN	Ha
Tramo: Vía de Huancavelica - Lircay		
Cantera de Ccochaccasa	Cantera para Base	0,50
Total metrado para Partida		0,50

ESQUEMA DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE AGUA

TRAMO: CCOCHACCASA - TABLAPAMPA (LONG=3.80KM)



Cálculo de la Distancia Media de Transporte

Pto. De Agua	Long. Influencia		Dist. Media	Dist. Acceso	Dist. Media	Volumen	Vol. X Dist.
	Del	Al	ml	ml	Total (ml)	(M3)	(m3 X ml)
1	-	3,800	1.900,00	100,00	2.000,00	77,81	155.610,00
						77,81	155.610,00

Distancia Media de Transporte = Vol X Dist. / Volumen =

2.000,00 ml.

DISTANCIA MEDIA DE TRANSPORTE

2,000 KM

CÁLCULO DE RENDIMIENTO DEL TRANSPORTE DE AGUA

A	Distancia Media de Transporte	2,000 KM
B	Capacidad del Cisterna	8 m3
C	Velocidad de cargado	25 Km/hr
D	Velocidad de descargado	30 Km/hr

DURACIÓN DEL CICLO

E	Tiempo de Carga	10 min
F	Tiempo de Descarga	6 min
G	Tiempo de recorrido cargado $\text{tiempo} = \frac{60 \times \text{Distancia Media}}{\text{Velocidad cargado}} = \frac{120,00}{25} \rightarrow 4,80 \text{ min}$	4,80 min
H	Tiempo de recorrido descargado $\text{tiempo} = \frac{60 \times \text{Distancia Media}}{\text{Velocidad descargado}} = \frac{120,00}{30} \rightarrow 4,00 \text{ min}$	4,00 min
I	TIEMPO DE DURACIÓN DEL CICLO = E + F + G + H	24,80 min
J	Tiempo Diario Neto, en min. 8hrs. X 60 min X 0,90	432 min
K	Número de viajes $J / I =$	17 viajes
L	Volumen Transportado	136 m3
M	Rendimiento Neto por día	136 m3/día
N	Rendimiento por Hora - Máquina	0,0588 m3 / hm

RENDIMIENTO EN M2

Ñ	Rendimiento Neto por día	2720 m2/día
O	Rendimiento por hora - Máquina	0,0029 m2/hm

* Convirtiendo 136 m3/día a 2720 m2/día

Datos:

Ancho = 3.80 m

Espesor = 0,05 m (Escarificado)

Longitud = x

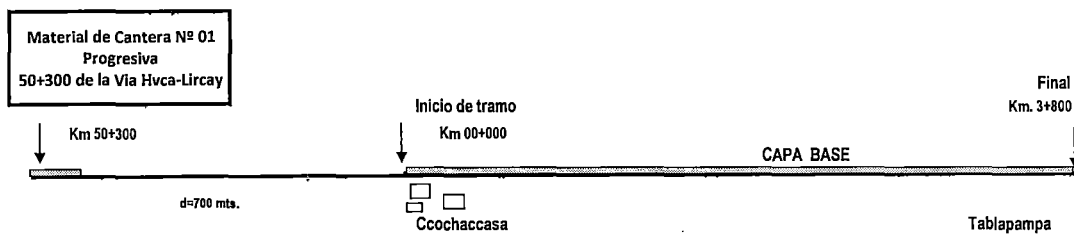
$$L = \frac{136 \text{ m}^3}{3.80 \text{ m} \times 0.05 \text{ m}} \rightarrow L = 715.79 \text{ m}$$

Por lo tanto: $136 \text{ m}^3 = 715.79 \text{ m} \times 3.80 \text{ m} = 2,720 \text{ m}^2$

Nota: En el Análisis de precios unitarios se trabaja con el rendimiento en m2/hm

ESQUEMA DE UBICACIÓN DE LA CANTERA DE CCOCHACCASA

TRAMO: CCOCHACCASA - TABLAPAMPA (LONG=3.80KM)



Cálculo de la Distancia Media de Transporte

Cantera	Long. Influencia		Dist. Media	Dist. Acceso	Dist. Media	Volumen	Vol. X Dist.
	Del	Al	ml	ml	Total (ml)	m3	(m3 X ml)
1	0,700	0,000	700,00	3,00	703,00	399,00	280.497,00
	-	3,800	1.900,00	-	1.900,00	2.166,00	4.115.400,00
TOTAL						2.565,00	4.395.897,00

Distancia Media de Transporte = Vol X Dist. / Volumen =

1.713,80 ml.

DISTANCIA MEDIA DE TRANSPORTE

1,714 KM

CÁLCULO DE RENDIMIENTO DEL TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTERA

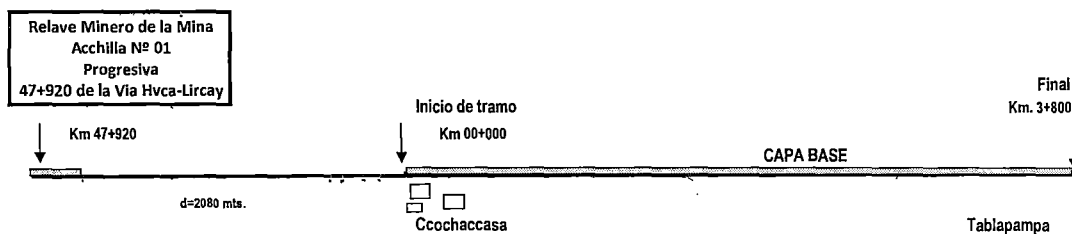
A	Distancia Media de Transporte	1,714 KM
B	Capacidad del Volquete	10 m3
C	Velocidad de cargado	20 Km/hr
D	Velocidad de descargado	25 Km/hr

DURACIÓN DEL CICLO

E	Tiempo de Carga	5 min
F	Tiempo de Descarga	1,6 min
G	Tiempo de recorrido cargado $\text{tiempo} = \frac{60 \times \text{Distancia Media}}{\text{Velocidad cargado}} = \frac{102,83}{10} \rightarrow$	5,14 min
H	Tiempo de recorrido descargado $\text{tiempo} = \frac{60 \times \text{Distancia Media}}{\text{Velocidad descargado}} = \frac{102,83}{15} \rightarrow$	4,11 min
I	TIEMPO DE DURACIÓN DEL CICLO = E + F + G + H	15,85 min
J	Tiempo Diario Neto, en min. 8hrs. X 60 min X 0,90	432 min
K	Número de viajes J / I =	27 viajes
L	Volumen Transportado por día	270 m3/día
M	Esponjamiento →	1,20
N	Rendimiento Neto por día	225,00 m3/día
N	Rendimiento por Hora Maquina	0,0356 m3/hm

ESQUEMA DE UBICACIÓN DEL RELAVE MINERO

TRAMO: CCOCHACCASA - TABLAPAMPA (LONG=3.80KM)



Cálculo de la Distancia Media de Transporte

Cantera	Long. Influencia Del	Al	Dist. Media ml	Dist. Acceso ml	Dist. Media Total (ml)	Volumen m3	Vol. X Dist. (m3 X ml)
1	2,080	0,000	2.080,00	100,00	2.180,00	1.185,60	2.584.608,00
	-	3,800	1.900,00	-	1.900,00	2.166,00	4.115.400,00
TOTAL						3.351,60	6.700.008,00

Distancia Media de Transporte = Vol X Dist. / Volumen =

1.999,05 ml.

DISTANCIA MEDIA DE TRANSPORTE

1,999 KM

CÁLCULO DE RENDIMIENTO DEL TRANSPORTE DE MATERIAL DE RELAVE MINERO

A	Distancia Media de Transporte	1,999 KM
B	Capacidad del Volquete	10 m3
C	Velocidad de cargado	20 Km/hr
D	Velocidad de descargado	25 Km/hr

DURACIÓN DEL CICLO

E	Tiempo de Carga	5 min
F	Tiempo de Descarga	1,6 min
G	Tiempo de recorrido cargado $\text{tiempo} = \frac{60 \times \text{Distancia Media}}{\text{Velocidad cargado}} = \frac{119,94}{10} \rightarrow$	6,00 min
H	Tiempo de recorrido descargado $\text{tiempo} = \frac{60 \times \text{Distancia Media}}{\text{Velocidad descargado}} = \frac{119,94}{15} \rightarrow$	4,80 min
I	TIEMPO DE DURACIÓN DEL CICLO = E + F + G + H	17,39 min
J	Tiempo Diario Neto, en min. 8hrs. X 60 min X 0,90	432 min
K	Número de viajes $J / I =$	25 viajes
L	Volumen Transportado por día	250 m3/día
M	Esponjamiento $\rightarrow$	1,20
N	Rendimiento Neto por día	208,33 m3/día
N	Rendimiento por Hora Maquina	0,0384 m3/hm



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Provias
Descentralizado

**TESIS "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA
COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"**

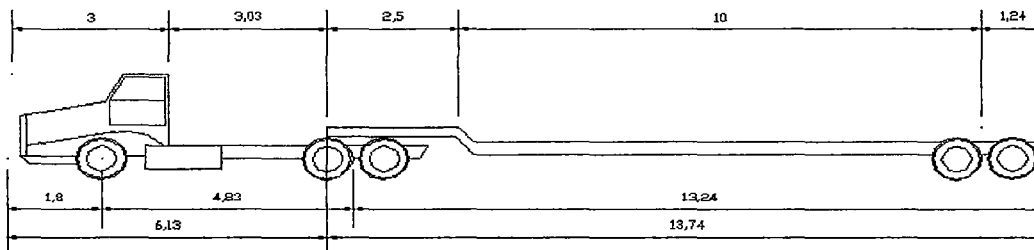
MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO

1.0 EQUIPO TRANSPORTADO					
UNIDAD	DESCRIPCIÓN DE MAQUINARIA		PESO EN KG	OBSERVACIÓN	
1.00	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 hp, 3 yd ³	1.00	16584.00	(2)	
1.00	MOTONIVELADORA DE 125 HP	1.00	11515.00	(2)	
1.00	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T.	1.00	7300.00	(2)	
1.00	TRACTOR SOBRE ORUGAS 190-240 HP	1.00	20520.00	(2)	
1.00	ZARANDA METÁLICA DE 2 1/2"	1.00	3000.00	(1)	
COSTO EN SOLES					
Nº Viajes	VEHÍCULO	PESO	TIEMPO VIAJE	COSTO ALQUILER HM	SUB TOTAL
		KG	HRS		
3	CAMABAJA 6 X 4, 330HP DE 40 TON	58,919.00	5.00	255.31	S/. 3,829.65
0	SEMITRAILER 6 X 4, 330HP DE 35 TON				S/. -
TOTAL S/.					
MOV Y DESMV. INCLUIDO FALSO FLETE(40%)				S/.	5,361.51

COTIZACIÓN SEGÚN REVISTA COSTOS

- NOTA: (1) EQUIPO TRANSPORTADO EN VOLQUETES
(2) EQUIPO TRANSPORTADO EN CAMIÓN PLATAFORMA
(3) EQUIPO AUTOTRANSPORTADO

TRACTO Y CAMA BAJA PARA TRANSPORTE DE MAQUINARIA PESADA (PBM: 40-50 TON)



Intervalo de Capacidad : (20-30 Ton)

CÁLCULO DE HORAS DE VIAJE DE SEMITRAYLER 6 X 4, 330HP DE 40 TON	Distancia	Velocidad	TOTAL
	KM	KMHR	Tiempo
Hvca-Ccochaccasa	50.00	20.00	2.50
	50.00		2.50

OBSERVACIONES:

LOS PRECIOS DE LOS EQUIPOS DE TRANSPORTE COMO CAMA BAJA SE HAN TOMADO DE LA REVISTA COSTOS,
ASUMIENDO QUE NO SE CUENTA CON ESTOS EQUIPOS EL SEMITRAILER SE TOMO DE REFERENCIA PRECIOS MTC P/HORA.



PERÚ

Ministerio
de Transportes
y Comunicaciones

Viceministerio
de Transportes

Provias
Descentralizado

**TESIS "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA
COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"**

MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO

2.0 EQUIPO AUTOTRANSPORTADO						
UNIDAD	VEHÍCULO	COSTO EN SOLES				
		TIEMPO DE VIAJE		ALQ / HOR		SUB TOTAL
		IDA	VUELTA			
1.00	CAMIONCAMIÓN	2.00	1.50	130.00	SI.	455.00
1.00	CAMIÓN VOLQUETE 6x4 330HP 10 m3	1.50	1.20	100.00	SI.	270.00
TOTAL					SI.	725.00
RESUMEN						
1.0 EQUIPO TRANSPORTADO					SI.	5,361.51
2.0 EQUIPO AUTOTRANSPORTADO					SI.	725.00
TOTAL MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN					SI.	6,086.51

INGRESAR EL EQUIPO Y LAS CANTIDADES DE EQUIPO A EMPLEAR EN OBRA

PESOS DE LOS EQUIPOS NO MOVER

CELDAS CON FÓRMULA NO MOVER

COLOCAR LOS COSTOS DE ALQUILER DE LOS EQUIPOS

DATOS QUE SE OBTIENEN DE LA HOJA PROGRAMA DE TRANSPORTE

COLOCAR LAS CANTIDADES DE EQUIPO PARA LA FORMULA DE LA HOJA PROGRAMA DE TRANSPORTE

DESPUES QUITAR ESTE COLOR

CALCULAR LAS HORAS PARA LA MOVILIZACION DEL EQUIPO AUTOTRANSPORTADO

DISTANCIA VIRTUAL DE LA CIUDAD DONDE SE ALQUILARA EL EQUIPO HASTA LA OBRA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

1.0 DEL PROYECTO DE TESIS

"ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE".

1.1 UBICACIÓN

UBICACIÓN POLÍTICA

Región : Huancavelica.

Provincia : Angaraes.

Distrito : Ccochaccasa.

Localidad: Tablapampa.

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Cuadro 1.1: Datos Geográficos.

Lugar	Latitud Sur	Longitud Oeste	Altitud
Ccochaccasa	12°55'52"	74°46'11"	4179.00 m.s.n.m
Tablapampa	12°45'48"	74°58'25"	4, 079.00 m.s.n.m
Mina Acchilla	12°25'15"	74°15'45"	4, 035.00m.s.n.m

Fuente: Tesistas.

1.2 OBJETIVOS

- Determinar la viabilidad del uso del relave minero de la mina Acchilla para la capa base de la carretera de tercer orden tramo: Ccochaccasa-Tablapampa, ubicado en el distrito de Ccochaccasa.
- Determinar la dosificación del relave minero de la mina Acchilla y material de cantera de la localidad de Ccochaccasa, para la capa base de la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa - Tablapampa.
- Mejorar las condiciones físicas de la capa base de carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa-Tablapampa, con el uso del relave minero de la mina Acchilla, al comparar sus resultados con los métodos convencionales usados.
- Determinar las ventajas y desventajas con el uso del relave minero de la mina Acchilla en la capa base de la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa.

2.0 DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

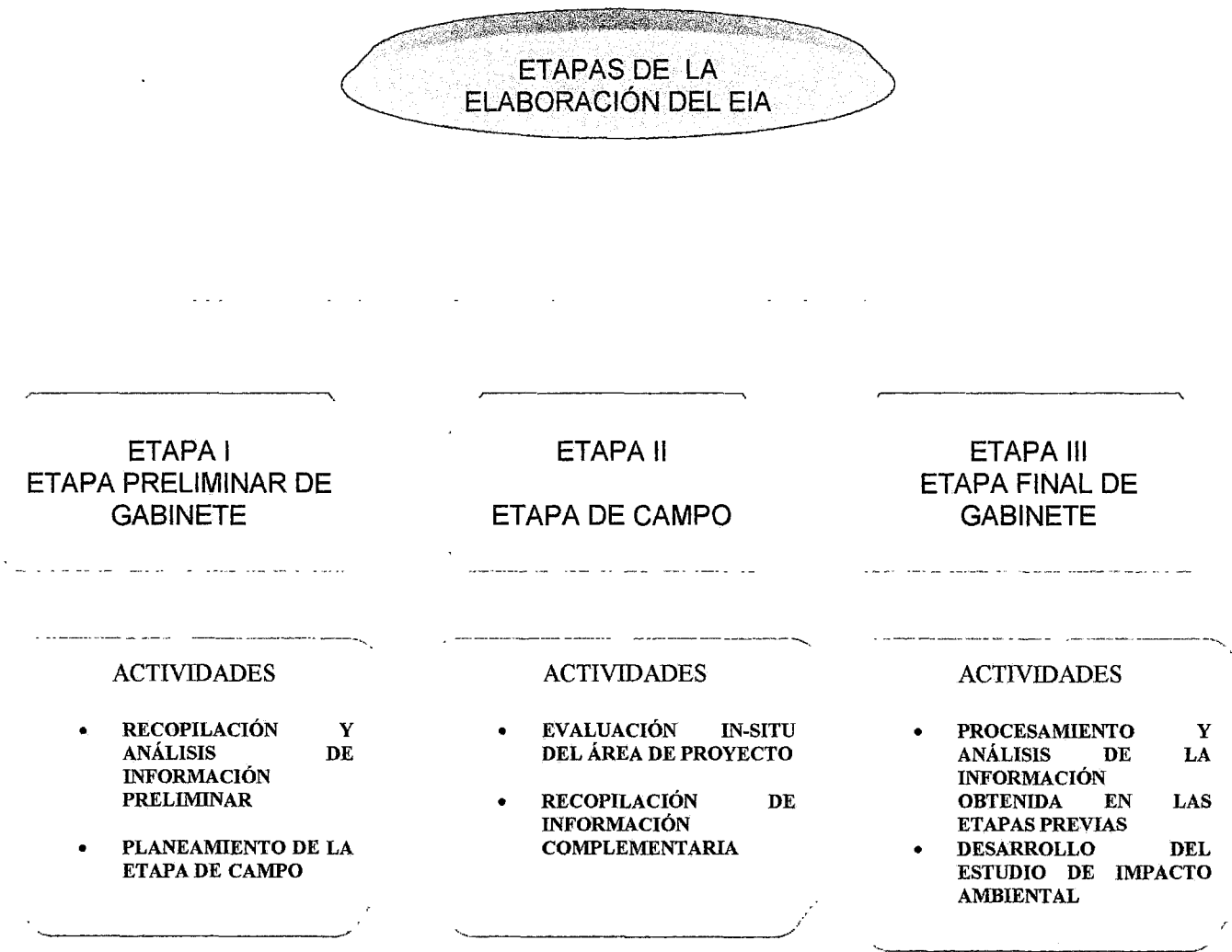
2.1 OBJETIVO

El objetivo del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto vial en futuro, es identificar y evaluar los impactos ambientales previsible positivos y negativos que puedan ocurrir debido al desarrollo de las actividades del proyecto vial en estudio; y sobre esta base, proponer medidas para prevenir, mitigar y/o corregir impactos negativos, así como para fortalecer los impactos positivos; logrando de esta manera que todas las etapas de esta obra vial en futuro se realicen en armonía con la conservación del medio ambiente.

2.2 MÉTODO

La elaboración del presente estudio de impacto ambiental se ha desarrollado en tres etapas principales: etapa preliminar de Gabinete, etapa de Campo y etapa final de Gabinete.

Figura 1.1: Etapas para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental.



Fuente: Tesistas.

3.0 MARCO LEGAL

En nuestro país, en las últimas décadas se ha logrado un avance significativo en el campo de la legislación ambiental. En efecto, Han sido promulgadas importantes normas que sirven como instrumentos jurídicos para regular la relación entre el hombre y su ambiente, con el propósito de lograr el desarrollo sostenible de nuestro país. Así se tiene:

- Constitución Política del Perú.
- Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales. DL N° 613, del 07-09-1990.
- Ley de Consejo Nacional del Ambiente (CONAM). Ley N° 26410, del 02-12-94.
- Código Penal - Delitos contra la Ecología. D. Leg. N° 635, del 08-04-91
- Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada. D. Leg. N° 757, del 13-11-91.
- Ley General de Aguas. D.L. N° 17752, del 24-07-1969.
- Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades. Ley N° 26786, del 13-05-1997.
- Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental. Ley N° 27446, del 23-04-2001.
- Ley General de Expropiación. Ley N° 27117.
- Ley que facilita la ejecución de obras públicas viales. Ley N° 27628.
- Reglamento de Control de Explosivos de Uso Civil. D. S. N° 019-71-IN.
- Ley Orgánica de Municipalidades. Ley N° 27972, del 06-05-2003.
- Ley General de Residuos Sólidos. Ley N° 27314, del 21-07-2000
- Ley General de Amparo al Patrimonio Cultural de la Nación. Ley N° 24047, del 05-01-85.
- Ley Forestal y de Fauna Silvestre. Ley N° 27308, del 07-07-2000.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Ley No. 27779.
- Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Ley N° 27791, del 23-07-02.
- Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Decreto Supremo N° 041-2002-MTC, del 22 de agosto del 2002.
- Dirección General de Asuntos Socio ambientales. El D.S. N° 041-2002-MTC, del 22 de agosto del 2002.
- Registro de Entidades Autorizadas para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental en el Sub-sector Transportes. R.M. N° 116-2003-MTC/02.
- Reglamento para la Inscripción en el Registro de Entidades Autorizadas para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental en el Sub-sector Transportes. R.D. N° 004-2003-MTC/16, del 20-03-2003.
- Términos de Referencia para EIAs en la construcción vial. R.M. N° 171-94-TCC/15.03, del 27-04-1994.

- Declaran que las canteras de minerales no metálicos de materiales de construcción ubicadas al lado de las carreteras en mantenimiento se encuentran afectas a estas. D.S. N° 011-93-MTC. el Decreto Supremo N° 020-94-MTC.
- "Aprovechamiento de canteras de materiales de construcción. D.S.N° 037-96-EM, del 25-11-1996.
- Explotación de Canteras. R.M. N° 188-97-EM/VMM, del 12-05-97.
- Aprueban el Reglamento de la Ley N° 26737, que regula la explotación de materiales que acarrear y depositan las aguas en sus álveos o cauces. D.S. N° 013-97-AG.
- Uso de Canteras en Proyectos Especiales. D.S. N° 016-98-AG

3.1 Legislación General Ambiental

- **Ley N° 28611, Ley General del Ambiente**

Ley promulgada el 13 de Octubre de 2005, es la norma ordenadora del marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú. Establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el cumplimiento del deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país.

- **D.S. N° 001-2010-AG, Reglamento de Ley de Recursos Hídricos**

El Reglamento tiene por objeto regular el uso y gestión de los recursos hídricos que comprenden al agua continental: superficial y subterránea, y los bienes asociados a esta; asimismo, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, todo ello con arreglo a las disposiciones contenidas en la Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338.

- **Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA**

Del 22 de marzo de 2010, contiene la propuesta de clasificación de los cuerpos de agua elaborado por la Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional del Agua.

- **D.S. N° 074-2001-PCM que Aprobó el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Aire**

El Reglamento tiene por objeto proteger la salud, establece los estándares nacionales de calidad ambiental del aire y los lineamientos de estrategia para alcanzarlos progresivamente.

Con el propósito de promover que las políticas públicas e inversiones públicas y privadas contribuyan al mejoramiento de la calidad del aire se tomarán en cuenta las disposiciones del Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, así como los siguientes principios generales:

- a) La protección de la calidad del aire es obligación de todos
- b) Las medidas de mejoramiento de la calidad del aire se basan en análisis costo – beneficio.
- c) La información y educación a la población respecto de las prácticas que mejoran o deterioran la calidad del aire serán constantes, confiables y oportunas.

Tabla 1.1
Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire

Contaminantes	Periodo	Forma del Estandar		Método de Análisis
		Valor (microgramos /m3)	Formato	
Dióxido de Azufre	Anual	80	Media aritmética anual	Fluorescencia UV (método automático)
	24 horas	365	NE más de 1 vez al año	
PM-10	Anual	50	Media aritmética anual	Separación inercial/ filtración (Gravimetría)
	24 horas	150	NE más de 3 veces/año	
Monóxido de Carbono	8 horas	10000	Promedio móvil	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	1 hora	30000	NE más de 1 vez/año	
Dióxido de Nitrógeno	Anual	100	Promedio aritmético anual	Quimiluminiscencia (Método automático)
	1 hora	200	NE más de 24 veces/año	
Ozono	8 horas	120	NE más de 24 veces/año	Fotometría UV (Método automático)
Plomo	Anual ¹			Método para PM10 (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Mensual	1.5	NE más de 4 veces/año	
Sulfuro de Hidrógeno	24 horas ²			Fluorescencia UV (método automático)

¹ O método equivalente aprobado

² A determinarse según lo establecido en el Artículo 5 del presente reglamento

NE: No exceder

Fuente: Actualización del Plan de Cierre de Minas de la UM Julcani.

- **D.S. N° 003-2008-MINAM, Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire**

La norma considera las nuevas evidencias halladas por la Organización Mundial de la Salud, resulta necesario aprobar nuevos Estándares de Calidad Ambiental de Aire para el dióxido azufre, los mismos que entrarán en vigencia a partir del primero de enero del 2009, así como establecer Estándares Ambientales de Calidad de Aire para benceno, hidrocarburos totales, material particulado con diámetro menor a 2,5 micras e Hidrógeno Sulfurado.

Los Estándares de Calidad Ambiental para Aire establecidos para el Dióxido de Azufre en el Decreto Supremo N° 074-2001-PCM mantienen su vigencia hasta el 31 de diciembre de 2008. Conforme a lo establecido en el Anexo I del presente Decreto Supremo, los nuevos Estándares de Calidad Ambiental establecidos para el dióxido de azufre entrarán en vigencia a partir del primero de enero del 2009.

Tabla 1.2

Estándar de Calidad Ambiental para el Dióxido de Azufre SO₂

Parámetro	Período	Valor µg/m ³	Vigencia	Formato	Método de análisis
Dióxido de azufre (SO ₂)	24 horas	80	1 de enero de 2009	Media aritmética	Fluorescencia UV (método automático)
	24 horas	20	1 de enero del 2010		

Tabla 1.3

Estándar de Calidad Ambiental para Compuestos Orgánicos Volátiles (COV); Hidrocarburos totales (HT); Material particulado con diámetros menor a 2,5 micras (PM 2,5)

Parámetro	Período	Valor µg/m ³	Vigencia	Formato	Método de Análisis
Benceno 1	24 horas	4 µg/m ³	1 de enero de 2010	Media aritmética	Cromatografía de gases
		2 µg/m ³	1 de enero de 2014		
Hidrocarburos Totales (HT) expresado como Hexano	24 horas	100 mg/m ³	1 de enero de 2010	Media aritmética	Ionización de la llama e hidrógeno
Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM 2,5)	24 horas	50 µg/m ³	1 de enero de 2010	Media aritmética	Separación inercial (gravimetría)
		25 µg/m ³	1 de enero de 2014		Separación inercial (gravimetría)
Hidrógeno Sulfurado Fluorescencia UV (H ₂ S)	24 horas	150 µg/m ³	1 de enero de 2009	Media aritmética	Fluorescencia UV (método automático)

Fuente: Actualización del Plan de Cierre de Minas de la UM Julcani.

- D.S. N° 002-2008-MINAM, Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua**

Esta norma, aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, con el objetivo de establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente.

Estos estándares son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios en el diseño de las normas legales y las políticas públicas siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental.

Las tablas de valores de los estándares correspondientes a la Categoría 3 (Riego de vegetales y bebidas de animales) y Categoría 4 (Conservación del Medio Acuático) se muestran a continuación.

Tabla 1.4

Categoría 3: Riego de vegetales y bebidas de animales

Parámetros Para Riego de Vegetales de Tallo Bajo y Tallo Alto		
Parámetros	Unidad	Valor
Fiticoquímicos		
Bicarbonatos	mg/L	370
Calcio	mg/L	200
Carbonatos	mg/L	5
Cloruros	mg/L	100 - 700
Conductividad	(uS/cm)	<2000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40
Fluoruros	mg/L	1
Fosfatos - P	mg/L	1
Nitratos (NO ₃ -M)	mg/L	10
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	0.05
Oxígeno Disuelto	mg/L	>=4
pH	Unidad de pH	6,5-8,5
Sodio	mg/L	200
Sulfatos	mg/L	300
Sulfuros	mg/L	0.05
Inorgánicos		
Aluminio	mg/L	5
Arsénico	mg/L	0.05
Bario total	mg/L	0.7
Boro	mg/L	0.5-6
Cadmio	mg/L	0.005
Cianuro Wad	mg/L	0.1
Cobalto	mg/L	0.05
Cobre	mg/L	0.2
Cromo (6+)	mg/L	0.1
Hierro	mg/L	1
Litio	mg/L	2.5
Magnesio	mg/L	150
Manganeso	mg/L	0.2
Mercurio	mg/L	0.001
Níquel	mg/L	0.2
Plata	mg/L	0.05
Plomo	mg/L	0.05
Selenio	mg/L	0.05
Zinc	mg/L	2
Orgánicos		
Aceites y Grasas	mg/L	1
Fenoles	mg/L	0.001
S.A.A.M. (detergentes)	mg/L	1
Plaguicidas		
Aldicarb	ug/L	1
Aldrin (CAS 309-00-2)	ug/L	0.004
Clordano (CAS 57-74-9)	ug/L	0.3
DDT	ug/L	0.001
Dieldrin (N° CAS 72-20-5)	ug/L	0.7
Endrin	ug/L	0.004
Parámetros Para Riego de Vegetales de Tallo Bajo y Tallo Alto		
Parámetros	Unidad	Valor
Endosulfán	ug/L	0.02
Heptacloro (N° CAS 76-44-8) y heptacloropóxido	ug/L	0.1
Lindano	ug/L	4
Paranón	ug/L	7.5

Fuente: Actualización del Plan de Cierre de Minas de la UM Julcani.

Tabla 1.5

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Parámetros	Unidades	Lagunas y Lagos	Rios		Ecosistemas Marino Costeros	
			Costa Selva	Sierra	Estuarios Marinos	Marinos
Físicos y Químicos						
Aceites y grasas	mg/L	Ausencia de película visible	Ausencia de película visible	Ausencia de película visible	1	1
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	<5	<10	<10	15	10
Nitrógeno Ammoniacal	mg/L	<0,02	0,02	0,05	0,05	0,08
Temperatura	Celsius					delta 3 °C
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥5	≥5	≥5	≥4	≥4
PH	unidad	6,5 – 8,5	6,5-8,5		6,5-8,5	6,5 – 8,5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	500	500	500	500	
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 25	≤25-100	≤25-400	≤25-100	30,00
Inorgánicos						
Arsénico	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	—
Cadmio	mg/L	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005
Cianuro Libre	mg/L	0,022	0,022	0,022	0,022	—
Clorofila A	mg/L	10	—	—	—	—
Cobre	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Fenoles	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	
Fosfatos Total	mg/L	0,4	0,5	0,5	0,5	0,031 – 0,093
Hidrocarburos de Petróleo Aromáticos Totales		Ausente			Ausente	Ausente
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,001	0,0001
Nitratos (N-NO3)	mg/L	5	10	10	10	0,07– 0,26
Inorgánicos						
Nitrógeno Total	mg/L	1,5	1,5 ~		—	—
Níquel	mg/L	0,025	0,025	0,025	0,002	0,0002
Plomo	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,0001	0,0001
Silicatos	mg/L	—	—	—	—	0,14-0,7
Sulfuro de Hidrógeno (H2S Indisoluble)	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,06
Zinc	mg/L	0,03	0,03	0,3	0,03	0,001
Microbiológicos						
ColiformesTermotolerantes	(NMP/100 mL)	1000	2 000		1000	130
Coliformes Totales	(NMP/100 mL)	2 000	3000		2000	

NOTA: Aquellos parámetros que no tienen valor asignado se debe reportar cuando se dispone de análisis.

Dureza: Medir "dureza" del agua muestreada para contribuir en la interpretación de los datos (método/técnica recomendada:

APHA-AWWA-WPCF 2340C)

Fuente: Actualización del Plan de Cierre de Minas de la UM Julcani.

- **D.S. N° 010-2010-MINAM, Límites Máximos Permisibles para la Descarga de Efluentes Líquidos de Actividades Minero – Metalúrgicas**

Publicado el 21 agosto del 2010, la cual deroga la R.M. N° 011-96-EM, salvo los artículos 7; 9, 10, 11 y 12, así como los Anexos 03, 04, 05 y 06, los cuales mantienen su vigencia hasta la aprobación y entrada en vigencia del Protocolo de Monitoreo de Aguas y Efluentes Líquidos.

Tabla 1.6

Límites máximos permisibles para la descarga de efluentes líquidos de actividades minero-metalúrgicas

Parámetro	Límite en Cualquier Momento	Límite para el Promedio Anual
pH	6-9	6-9
Sólidos Totales en Suspensión (mg/l)	50	25
Plomo Total (mg/l)	0,2	0,16
Cobre Total (mg/l)	0,5	0,4
Zinc Total (mg/l)	1,5	1,2
Hierro (Disuelto) (mg/l)	2,0	1,6
Arsénico Total (mg/l)	0,1	0,08
Cianuro Total (mg/l)	1,0	0,8

Fuente: Actualización del Plan de Cierre de Minas de la UM Julcani.

3.2 Legislación Sectorial

Las principales disposiciones de protección ambiental aplicables al desarrollo de actividades mineras se encuentran en el Título Quince del —Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería, aprobado por Decreto Supremo N° 014-92 EM (2 de junio de 1992) y el —Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades Minero Metalúrgicas, aprobado por Decreto Supremo N°

016-93-EM (28 de abril de 1993), modificado por los Decretos Supremos N° 059-93-EM (13 de diciembre de 1993) y N° 058-99 EM (24 de noviembre de 1999).

- **Ley N° 014-92-EM, Ley General de Minería**

El Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería, aprobado por Decreto Supremo No. 014-92-EM (4 de junio de 1992) constituye la norma principal que rige las actividades mineras, incluyendo la prospección, exploración, explotación (tanto subterránea como superficial, incluyendo canteras y operaciones de dragado), procesamiento de minerales, metalurgia extractiva, transporte de minerales por medios continuos y comercialización de minerales, disponiéndose esta como el marco de definición de las actividades del cierre.

- **D.S. N° 016-93-EM, Reglamento para la Protección Ambiental de las Actividades Minero Metalúrgicas**

Este reglamento constituye la norma principal que regula los aspectos ambientales de las actividades minero-metalúrgicas. Mediante esta norma se establece los procedimientos y pautas necesarias para que las actividades mineras se adecuen a las normas ambientales vigentes en el país y a las estipuladas por el Ministerio y establece los requisitos de operación y las pautas necesarias para que las nuevas operaciones mineras adopten medidas para el control y monitoreo de sus actividades, asegurando así una adecuada protección ambiental. Tiene su modificatoria a través del Decreto Supremo N° 059-93-EM.

- **R.M. N° 315-96-EM-VMM, Aprueban Niveles Máximos Permisibles de Elementos y Compuestos Presentes en Emisiones Gaseosas Provenientes de las Unidades Minero -Metalúrgicas**

Establece los Niveles Máximos Permisibles correspondientes a los elementos y compuestos presentes en las emisiones gaseosas, así como a las partículas y elementos metálicos arrastrados por éstas provenientes de las Unidades Minero - Metalúrgicas con la finalidad de controlar las emisiones producto de sus actividades y contribuir efectivamente a la protección ambiental.

Tabla 1.7

Niveles máximos permisibles de emisión de Anhídrido Sulfuroso para las Unidades Minero-Metalúrgicas

Azufre que Ingresa al Proceso (T/d)	Emisión Máxima Permitida de Anhídrido Sulfuroso (T/d)
< 10	20
11 - 15	25
16 - 20	30
21 - 30	40
31 - 40	40
41 - 50	60
51 - 70	68
71 - 90	72
91 - 120	81
121 - 150	89
151 - 180	99
181 - 210	103
211 - 240	117
241 - 270	128
271 - 300	135
301 - 400	155
401 - 500	175
501 - 600	185
601 - 800	201
801 - 1200	207
1201 - 1500	213
> 1500	0,142 (S)*

* (S) = Total de Azufre que ingresa al proceso.

Tabla 1.8

Niveles máximos permisibles de Calidad de Aire

Parámetro	Concentración Media Aritmética Diaria $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ppm)	Concentración Media Aritmética Anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ppm)	Concentración Media Geométrica Anual $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Anhidrido sulfuroso	572 (0,2)*	172 (0,06)	-
Partículas en suspensión	350*	-	150
Plomo	-	0,5	-
Arsénico	8	-	-

(*) No debe ser excedido más de una vez al año

Además debe considerarse:

- Concentración mensual de plomo= $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Concentración de arsénico en 30 minutos = $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (no debe ser excedido más de una vez al año)

Fuente: Actualización del Plan de Cierre de Minas de la UM Julcani.

• R.M. N° 011-96-EM/VMM, Aprueba Niveles Máximos Permisibles para Efluentes Líquidos Minero – Metalúrgicos

Establece criterios de calidad de efluentes para descargas líquidas de la actividad minero - metalúrgica, así como las frecuencias de muestreo y de reporte.

Establece los valores límite que deben cumplir los parámetros regulados en los vertimientos de efluentes procedentes de las operaciones minero - metalúrgicas. Los valores están dados como concentración máxima permisible para los metales (plomo, cobre, zinc, hierro, arsénico), los sólidos suspendidos totales, pH y el cianuro total; y como valores máximo y mínimo para el pH. La concentración de metales se refiere a la fracción disuelta. Los niveles máximos permisibles

expresados como —Valor en Cualquier Momento□ (instantáneo) y —Valor Promedio Anual□ se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 1.9

Niveles máximos permisibles para Unidades Minero-Metalúrgicas

Parámetro	Valor en Cualquier Momento	Valor Promedio Anual
pH	6-9	6-9
Sólidos suspendidos (mg/l)	50	25
Plomo* (mg/l)	0,4	0,2
Cobre* (mg/l)	1,0	0,3

Parámetro	Valor en Cualquier Momento	Valor Promedio Anual
Zinc* (mg/l)	3,0	1,0
Fierro* (mg/l)	2,0	1,0
Arsénico* (mg/l)	1,0	0,5
Cianuro Total (mg/l)**	1,0	1,0

* Concentraciones de metales disueltos

** Cianuro total en equivalente a 0.1 mg/L CN_{Total} y 0.2 mg/L CN_{WAD}

Fuente: Actualización del Plan de Cierre de Minas de la UM Julcani.

3.3 Estudios Ambientales Aprobados

- **Programa de Adecuación y Manejo Ambiental de la Mina Julcani**

En Julio de 1996 Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA). Tiene como antecedente el cumplimiento de lo establecido en el artículo 9° del Decreto Supremo N° 016-93-EM del 28 de abril de 1993 (modificado por el Decreto Supremo 059-93-EM), el estudio debe identificar y contemplar la mitigación de:

- ✓ Emisiones de partículas, gases y ruidos.
- ✓ Calidad y flujo de aguas superficiales y subterráneas.
- ✓ Alteración de acuíferos.
- ✓ Estabilidad de taludes .
- ✓ Fracturas e inestabilidad del suelo.
- ✓ Remoción del suelo y vegetación.
- ✓ Disposición adecuada de desechos.
- ✓ Interrupción de otros usos del suelo durante la actividad minera.
- ✓ Otras que pudieran afectar la propiedad y el ecosistema.

Mediante la R.D. N°124-97-EM/DGM, es aprobado el Programa de Adecuación y Manejo Ambiental de la UM Julcani de la Cía. de Minas Buenaventura S.A., quedando adecuada ambientalmente en un periodo de 5 años a partir de la fecha de emisión del documento de aprobación.

- **EIA del Proyecto de Construcción y Operación de la Nueva Presa de Relaves N° 9 de Julcani (Acchilla)**

El depósito de relaves, se ubica en la cabecera de la quebrada San Pedro, distrito de Cochaccasa, provincia de Angares, departamento de Huancavelica. Se desarrolló en conformidad con el Decreto Supremo 016-93 EM, del 18 de abril de 1993 y el Decreto Supremo 059-93 EM, del 13 de diciembre de 1993, que regulan la protección ambiental en las actividades mineras y metalúrgicas.

Teniendo como objetivo el proceso de construcción y operación de la presa proyectada, las características más importantes del medio ambiente en el área de influencia del proyecto, las

medidas de mitigación que se pondrán en práctica para minimizar los efectos de las actividades programadas, los planes de contingencia ante posibles eventualidades, los planes de monitoreo y las medidas recomendadas a implementarse durante el cierre del depósito que incluye la rehabilitación del área utilizada.

Con la implementación de este proyecto la empresa mantendrá un adecuado sistema de disposición de los relaves. Este proyecto contribuirá como una medida efectiva a la preservación del medio ambiente en el área, debido a las diversas medidas que se proponen realizar durante la construcción y operación del proyecto lo que permitirá reducir aquellos posibles impactos ambientales generados por esta actividad.

Concluyendo con una audiencia pública de acuerdo a la R.M.N° 335-96-EM/SG en el auditorio del ministerio de Energía y Minas en la Av. Las artes N° 260, el día 24 de octubre de 1996.

3.4 Permisos Obtenidos o en Trámite

LA UM Julcani cuenta con los siguientes permisos:

- **Vertimientos**

Mediante la R.D N° 114-2010-ANA-DCPRH, de fecha 09 de julio de 2010, se otorgó a Cía. de Minas Buenaventura S.A.A. la autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas de la UM Julcani, por un volumen anual de 4290654m³. Ver Anexo 1.6.

Mediante la R.D N°2407-2009-DIGESA-SA, de fecha 26 de mayo de 2009, la UM Julcani cuenta con su respectiva autorización de vertimiento vigente por dos años.

Mediante la R.D N°1589/2007/DIGESA/SA, del 13 de junio de 2007, se otorgó la autorización sanitaria de vertimientos de agua residuales provenientes de la cancha de relaves N° 9 (Acchilla) y la planta de tratamiento de Palca, de la UM Julcani.

4.0 DIAGNOSTICO AMBIENTAL PREOPERACIONAL DEL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

4.1 MEDIO FÍSICO

4.1.1 Clima

En el área de estudio se ha determinado dos tipos de climas, el primer subtipo climático y otras de menor tamaño, cuya acción termoreguladora favorece el clima particularmente en noches de cielo despejado, evitando las caídas extremas de temperaturas. El segundo subtipo climático esta constituido por las grandes extensiones de pastizales que existen en la zona que en noches despejadas generan una fuerte radiación térmica del suelo hacia la atmósfera dando lugar al proceso de inversión atmosférica que causa las heladas.

4.1.2 Hidrología

El área de estudio presenta quebradas, pequeñas y medianas, solo en algunas quebradas se comprobó la inexistencia de alcantarillas, que en época de lluvias son insuficientes para evacuar el volumen de agua que se presenta, ocasionando el corte de la vía. Existen algunas otras quebradas de muy pequeño tamaño, en cuyo caso la cuneta de la vía será suficiente para captar el agua de escorrentía para que no inunde la carretera, lo que ocasionaría daños a la vía.

4.1.3 Geología

La carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa-Tablapampa (Long=3.80 Km). está trazada en área donde existe presencia predominante de rocas sedimentarias, y pequeñas exposiciones de rocas metamórficas, cubiertos por depósitos cuaternarios (no consolidados).

4.1.4. Geomorfología

En el área de estudio, de la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa-Tablapampa (Long=3.80 Km), se han observado los siguientes rasgos geomorfológicos:

- Superficie plana.

4.1.5 Suelos

La ocupación principal es la actividad ganadera y la agricultura. Las comunidades que habitan esta área de influencia del proyecto conviven mayormente en una economía de subsistencia, donde prevalecen bajos niveles de producción, tecnología rústica e ingresos bajos.

4.2 MEDIO BIOLÓGICO

4.2.1 Zonas de Vida

- 4.2.2. Flora:** La vegetación corresponde a una cubierta graminal alto andina donde se distinguen diferentes asociaciones de pastos entre las principales:

Cuadro 2.2

ASOCIACIÓN	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Stipetum-Calamagrpsetum	Dominantes Tisña ichu, Crespillo	Dominantes Stipa obtusa", Calamagrostis vicunarium
	Frecuentes Ichu, Grano ichu	Frecuentes Stipa ichu, Stipa brachyphylla
Calamagrosietum-Aciachnetum	Dominantes Paco paco	Dominantes macrophylla
	Frecuentes Totorilla, Grano ichu	Frecuentes Aciachne pulvinata
Asociación Juncetum	Dominantes Totorá	Dominantes Scirpus totora
	Frecuentes Paja brava o Iro ichu, Waylla ichu, Quemillo o Alquemillo y Totorilla	Frecuentes Festuca orthophylla, Festuca rigescens, Eleocharis albibracteata y Scirpus rigidus

Fuente: Tesistas.

4.2.3 Fauna silvestre

Entre los principales mamíferos y reptiles en el área de estudio tenemos:

Cuadro 23

MAMÍFEROS	REPTILES
"alpaca" Lama glama pacos "venado gris" Odocoileus virginianus "guanaco" Lama guanicoe "llama" Lama glama "gato andino" Felis jacobita "zorro andino" Dusicyon culpaeus "vicuña" Vicugna vicugna "taruca" Hippocamelus antisensis "vizcacha" Lagidium peruanum	Están representados por culebras de género Tachymensis y lagartijas del género Liolaemus.

Fuente: Tesistas.

5.0 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES

5 METODOLOGÍA

La identificación y Evaluación de los Impactos Ambientales Potenciales del proyecto vial en referencia fueron planificadas de acuerdo al siguiente procedimiento metodológico:

- Análisis del Proyecto.
- Análisis de la situación ambiental pre operacional del área de influencia del proyecto.
- Identificación de los impactos ambientales potenciales.
- Evaluación y descripción de los principales impactos ambientales potenciales.

La Matriz de Análisis de interacción evalúa la magnitud de los impactos a lo largo del tramo según las actividades que se llevarán a cabo. De la misma manera, se verifica todos los componentes ambientales a ser impactados y las modificaciones que pueda tener ésta de acuerdo con los avances en los trabajos de mejoramiento y construcción de la vía.

Para la etapa de operación, el análisis de los impactos ambientales se realizó considerando la Matriz Tipo Leopold. La particularidad de la matriz es que presenta un enfoque integrante de todos los impactos que se producirán; además de interrelacionar los diversos componentes ambientales con las distintas acciones del Proyecto, principalmente sobre los recursos naturales físicos, biológicos y socio-económicos del área de influencia.

5.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye en lo siguiente:

Durante el proyecto de tesis de la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa-Tablapampa (Long=3.80 Km). no se presentarán impactos ambientales negativos de consideración que puedan poner en peligro el entorno natural o socioeconómico. Del mismo modo, no existen recursos naturales de flora y fauna en peligro de extinción o en condición vulnerable.

El proyecto de tesis de la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa-Tablapampa (Long=3.80 Km). permitirá mejorar las condiciones de transitabilidad en el ámbito del proyecto, favoreciendo a las actividades productivas, comerciales, turísticas y a la vez integrando los distritos y centros poblados de la Region Huancavelica, consolidando así el desarrollo socioeconómico.

Las condiciones geológicas y de geodinámica externa de la zona en estudio, en general no son críticas.

En general, en el presente Estudio de Impacto Ambiental, se ha determinado que la posible ocurrencia de impactos ambientales negativos, no son limitantes ni tampoco constituyen restricciones importantes para la ejecución de las obras; concluyéndose, que el proyecto de tesis de la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa-Tablapampa (Long=3.80 Km). es ambientalmente viable, siempre que se cumplan las especificaciones técnicas de diseño y las

prescripciones ambientales contenidas en el Plan de Manejo Ambiental que forma parte del presente estudio.

En las áreas disturbadas de las canteras de afirmado y patio de máquinas a utilizarse, se realizarán una restauración física y limpieza final.

6.0 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

6.1 OBJETIVOS

Los objetivos del Plan de Manejo Ambiental son:

- Establecer un conjunto de medidas preventivas, de mitigación y/o correctivas para mejorar y/o mantener la calidad ambiental en el área de influencia del proyecto, de tal forma que se eviten y/o mitiguen los impactos ambientales negativos y logren en el caso de los impactos ambientales positivos, generar un mayor efecto ambiental, tanto en el ámbito local como regional.
- Lograr la conservación del medio ambiente durante las etapas de construcción y operación del Mantenimiento periódico en futuro de la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa-Tablapampa (Long=3.80 Km), a través del cuidado y conservación de los recursos naturales frágiles, evitando la afectación de la biodiversidad de los ecosistemas de la zona de influencia del proyecto.
- se incorporan al presupuesto de obra los costos que demanda la ejecución de todas las medidas especificadas en el presente Plan de Manejo Ambiental.

6.2 ESTRUCTURACIÓN DEL PLAN DE MANEJO SOCIOAMBIENTAL

El Plan de Manejo Ambiental ha sido estructurado en ocho (8) Programas de Manejo Ambiental que permiten el cumplimiento de los objetivos del PMA. Estos son:

- 1.- Programa de Medidas de Mitigación y/o Prevención
- 2.- Programa de Capacitación y Educación Ambiental
- 3.- Programa de Señalización Ambiental
- 4.- Programa de Abandono de Obra
- 5.- Programa de Seguimiento y Vigilancia
- 6.- Programa de Contingencias
- 7.- Programa de Manejo de Explosivos
- 8.- Programa de Manejo Social
- 9.- Plan de Compensación y Reasentamiento
- 10.- Programa de Inversiones

a) Programa de Medidas de Mitigación y/o Prevención

Este programa está orientado a la defensa y protección de los componentes ambientales del área de influencia del proyecto, potencialmente afectable por la ejecución del mismo. Contiene las precauciones o medidas a tomar para evitar daños innecesarios, derivados de la falta de cuidado o de una planificación deficiente de las operaciones a realizar durante la ejecución del proyecto.

b) Programa de Educación Ambiental

Este Programa contiene los lineamientos principales de capacitación y educación ambiental, para concientizar al personal que tendrá a su cargo la ejecución de la obra; así como, de funcionarios, personal profesional y técnico de instituciones del sector público y de organizaciones privadas y no gubernamentales y poblaciones asentadas a lo largo de la vía, sobre la importancia de la conservación de los recursos naturales y de la protección del medio ambiente.

c) Programa de Seguimiento y Vigilancia

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) permitirá la evaluación periódica, integrada y permanente de la dinámica de las variables ambientales, tanto de orden biofísico como socioeconómico, con el fin de suministrar información precisa y actualizada para la toma de decisiones, orientadas a la conservación de los recursos naturales y el medio socioeconómico en el área de influencia del proyecto.

Asimismo, el PVA, permitirá la verificación del cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas en el presente Estudio de Impacto Ambiental y emitirá periódicamente información a las autoridades y entidades pertinentes, acerca de los principales logros alcanzados en el cumplimiento de las medidas ambientales, o en su defecto de las dificultades encontradas para analizar y evaluar las medidas correctivas correspondientes.

En tal sentido, para el control del cumplimiento de las recomendaciones propuestas en el Estudio de Impacto Ambiental, se procederá al desarrollo de actividades de control ambiental interno y a la preparación de informes mensuales de las actividades desarrolladas.

d) Programa de Contingencias

El Programa de Contingencias para los trabajos de mejoramiento y operación del Mantenimiento Periódico de la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa-Tablapampa (Long=3.80 Km), está dirigido a evitar y/o reducir los daños que pudieran ocasionar las situaciones de emergencia relacionadas con los riesgos ambientales, y/o desastres naturales

que se podrían producir durante la ejecución y operación de la obra vial e interferir con el normal desarrollo del Proyecto.

Al encontrarse el área de influencia del Proyecto, sujeta a la probable ocurrencia de eventos asociados a fenómenos de orden natural, vinculados a la geodinámica externa de la región como son: deslizamientos, derrumbes, inundaciones, procesos erosivos y huaycos, las acciones que se recomiendan, deberán ser cumplidas en forma conjunta por el personal de las entidades involucradas en la ejecución del Proyecto.

Medidas de Protección de los Recursos Hídricos

"Limitar la exposición de PGA [materiales con potencial de generación de ácidos] mediante la planificación y ejecución por etapas del desarrollo y construcción, conjuntamente con la cubierta, y/o segregación de la escorrentía, la cual debe ser tratada".

"Implementar técnicas de manejo de aguas tales como cambios en el cauce de las escorrentías fuera de los materiales PGA y la segregación de escorrentías 'sucias' de los PGA para ser tratados posteriormente".

"Se pueden emplear mezclas de materiales PGA con materiales alcalinos o no-PGA para neutralizar la generación de ácido, si es conveniente. La mezcla debe estar de acuerdo con la caracterización de cada uno de los materiales que conforman la mezcla, la proporción de materiales alcalinos con los de capacidad de generación de ácidos, el registro de casos de operaciones fallidas, y la necesidad de pruebas cinéticas a largo plazo".

"Aspectos clave asociados con el manejo de la escorrentía de lluvia incluyen la separación del agua limpia de la sucia, minimizar la escorrentía, evitar la erosión de los suelos expuestos, evitar la sedimentación de los sistemas de drenaje y minimizar la exposición de áreas contaminadas a la escorrentía".

Medidas de Protección de la Calidad del Aire

"Técnicas de supresión de polvo (aspersión de agua, uso de cubiertas climatizadas, aditivos aglomerantes) en los caminos y zonas de trabajo, optimizar los patrones de tránsito y reducción de la velocidad de vehículos".

a. Programa de Señalización Ambiental

La señalización ambiental tiene como propósito velar por la mínima afectación de los componentes ambientales durante el desarrollo del proceso constructivo de la carretera a mejorar.

b. Programa de Abandono de obra

El objetivo principal es restaurar las áreas ocupadas por las distintas instalaciones utilizadas por el proyecto, así como también todas las áreas intervenidas hasta alcanzar las condiciones apropiadas luego de concluir la etapa constructiva del Mantenimiento Periódico de la carretera de tercer orden Tramo: Ccochaccasa-Tablapampa (Long=3.80 Km), evitando posibles daños ambientales o conflictos con terceras personas.

6.3 REFERENCIAS DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LA UM JULCANI

• Calidad del Aire

Con el propósito de evaluar el impacto potencial a la calidad del aire, se ha realizado un monitoreo para determinar los niveles actuales de los siguientes parámetros: partículas menores (PM10, PM2.5), gases (NO2, O3, CO, SO2, H2S), Metales (Pb, As) e Hidrocarburos Totales (HT). El monitoreo se realizó el 6 y 7 de marzo de 2012 siguiendo los lineamientos descritos en el protocolo de monitoreo de calidad de aire del sub-sector minería del Ministerio de Energía y Minas. La fuente de información del programa de monitoreo realizada por Certimin Peru S.A. se encuentra en el **informe de monitoreo ambiental. Puntos y Parámetros de Monitoreo**, a continuación, se presentan la ubicación, parámetros de control y coordenadas UTM SWG84 de los puntos de monitoreo de calidad de aire. Para mejor apreciación ver Tabla 1.10.

Tabla 1.10

Estaciones de monitoreo de aire

Estaciones de Monitoreo	Coordenadas UTM WGS-84			Tipo de Muestra	Ubicación	Parámetros
	Norte	Este	Altitud			
E-1	8569320	511250	4186	Aire	Frente al almacén central.	PM _{2.5} , PM ₁₀ , Pb, As, NO ₂ , O ₃ , CO, SO ₂ , H ₂ S, HT (expresado en hexano)
E-2	8569464	521007	4208	Aire	Frente al campamento de obreros	

Resultados del Monitoreo de Calidad de Aire, en las Tablas 1.12 y 1.13, se presentan los resultados del monitoreo de calidad de aire (partículas PM10 y PM2.5,) arsénico, plomo, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, sulfuro de hidrógeno, ozono, monóxido de carbono y Hidrocarburos Totales expresado como hexano, benceno realizado en marzo del 2012 en los puntos de control E-1 y E-2. Los resultados de análisis de laboratorio han sido comparados con los estándares de calidad ambiental para aire aprobados por D.S N° 074-2001-PCM, D.S. N° 069-2003-PCM, D.S. N° 003-2008-MINAM y R.M. 315-96-EM/VMM.

Tabla 1.12

Resultados de monitoreo de Calidad de Aire

Punto de control	Fecha	Parámetros				
		PM-2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	PM-10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Plomo ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Arsénico ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)
E - 1	06/03/2012	6.8	10.5	0.093	0.14	25
E - 2	07/03/2012	1.4	5.8	0.026	0.11	30
RM 315-96-EM/VMM		--	--	--	6	--
ECA-Aire (D.S N 074-2001-PCM)		--	150	1.5	--	200
D.S. N° 069-2003-PCM		--	--	0.5	--	--
DS. N° 003-2008-MINAM		50	--	--	--	--

Tabla 1.13

Resultados de Monitoreo de Calidad de Aire

Punto de control	Fecha	Parámetros					
		Benceno	O ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	H ₂ S ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	HT - expre Hexano (mg/m^3)
E - 1	06/03/2012	<0.02	<19.6	1239	<13	<2.2	2.33458
E - 2	07/03/2012	<0.02	<19.6	4103	<13	<2.2	<0.00034
RM 315-96-EM/VMM		--	--	--	--	--	--
ECA-Aire (D.S N 074-2001-PCM)		--	120	10000	--	--	--
DS. N° 003-2008-MINAM		4	--	--	80	150	100

Fuente: Informe de Ensayo MAR 1091.R12

En las Tablas 1.12 y 1.13 se presentan los resultados de monitoreo de aire y se muestra la comparación de los principales parámetros los cuales cumplen con los requerimientos de las normas de regulación vigente. (Resolución Ministerial N° 315-96-EM/VMM "Aprobación de los Niveles Máximos Permisibles de Elementos y Compuestos presentes en Emisiones Gaseosas Provenientes de las Unidades Minero-Metalúrgicas", el Decreto Supremo N° 074-2001-PCM "Aprueban el Reglamento de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire", y Decreto Supremo N° 003-2008-MINAM "Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire".

- Calidad del Agua**

Con el propósito de obtener información de primera mano de la calidad de agua en la red hidrográfica asociada a la UM Julcani, se llevó a cabo un programa de monitoreo en el periodo del 6 al 7 de marzo del 2012. Las jornadas de monitoreo se realizaron siguiendo los lineamientos del protocolo de monitoreo de calidad de los cuerpos naturales de agua superficial (R.J N° 182-2011-ANA) y el Protocolo de Monitoreo de Agua, del Subsector de Minería. Los análisis físicos, químicos y microbiológicos fueron realizados por el laboratorio Certimin S.A.C, certificado por INDECOPI. Los puntos de control de monitoreo de calidad de agua fueron establecidos en estudios anteriores. La Tabla 1.14 muestra los puntos de control de monitoreo de agua superficial y efluentes; asimismo, la descripción, ubicación en

coordenadas UTM y altitud de los puntos de control. La fuente de información del programa de monitoreo desarrollado se encuentra en el **Informe de Monitoreo**.

Tabla 1.14

Ubicación de puntos de monitoreo

Estaciones de Monitoreo	Descripción	Norte	Este	Altura	Tipo de muestra
EJ-1	Ubicada en la margen izquierda del río Opamayo, aguas arriba de la zona de operación	8664846	519325	3463	Agua Superficial
EJ-2	Ubicada en la margen izquierda del río Opamayo, aguas debajo de la zona de operaciones (Altura de la quebrada Huaccya)	8564770	519481	3460	Agua Superficial
P-3	Quebrada Acchilla, 100 metros aguas arriba de la presa de relaves N° 9	8571286	519296	4182	Agua Superficial
P-4	Quebrada Acchilla, 100 metros aguas abajo de la presa de relaves N° 9	8571771	522356	4103	Agua Superficial
EJ-16	Ubicada 60 m agua abajo del dique de la presa de relaves N° 9.	8571771	522324	4096	Efluente
EJ-17	Ubicada en la descarga de la poza de sedimentación N° 1 de Palcas.	8564920	519453	3459	Efluente

Fuente: informe de monitoreo SSA N° 154-12 CERTIMIN.

Resultados del Monitoreo de Calidad de Agua, a continuación se presenta los resultados de monitoreo de agua superficial y efluentes industriales realizados para la actualización del PCM de UM Julcani. **Monitoreo de Agua Superficial**, los resultados de los análisis químicos y de las mediciones de campo de agua superficial han sido comparados con los valores respectivos del Decreto Supremo N° 002 - 2008 - MINAM: "Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua", Categoría 3 (Riego de Vegetales de Tallo Alto y Tallo Alto; y Bebida de Animales). (Ver Tabla 1.15 al 1.17).

Tabla 1.15

Comparación de los resultados de parámetros físicos, químicos y orgánicos

Comparación de los resultados de parámetros físicos, químicos y orgánicos																		
Estaciones de Monitoreo		Temp °C	pH Unidad pH	Conduct. uS/cm	Oxig. (d) mg/L	Caudal m3/día	CN Wad mg/L	CO3= mg/L	HCO3- mg/L	NO3- N mg/L	NO2-N mg/L	Fm g/L	Cl mg/L	PO4 ³⁻ -P mg/L	SO4 ²⁻ mg/L	S ²⁻ mg/L	DBO mg/L	DQO mg/L
EJ-1		11.6	7.83	247	5.76	3547883	<0.005	<1	94	0.42	<0.005	0.03	12	0.01	28	<0.002	<2.00	<10.00
EJ-2		12.6	6.42	363	6.12	3784190	<0.005	<1	20	0.49	0.005	0.14	7	<0.005	113	<0.002	<2.00	<10.00
P-3		10.5	4.12	345	5.12	14590	<0.005	<1	<1	0.67	<0.005	0.07	<1	<0.005	103	<0.002	<2.00	<10.00
P-4		9.9	7.32	543	5.03	33665	<0.005	<1	<1	0.8	<0.005	<0.02	<1	<0.005	213	<0.002	<2.00	<10.00
ECA - (Categoría 3) D.S N° 002-2008- MINAM	Riego de Vegetales (Tallo Alto y Tallo Bajo)	-	6.5-8.5	<2000	≥ 4	-	0.1	5	370	10	0.06	1	100-700	1	300	0.05	15	40
	Bebidas de Animales	-	6.5-8.4	≤5000	<5	-		-	-	50	1	2	-	-	500		≤5000	

Fuente: INFORME DE ENSAYO MAR1078.R12 - CERTIMIN

Tabla 1.16

Comparación de los resultados de parámetros inorgánicos

Estaciones de Monitoreo		Al(t) mg/L	As(t) mg/L	Ba(t) mg/L	Be(t) mg/L	Cd(t) mg/L	Co(t) mg/L	Cu(t) mg/L	Cr(VI) mg/L	Fe(t) mg/L	Li(t) mg/L	Mg(t) mg/L	Mn(t) mg/L	Hg(t) mg/L	Ni(t) mg/L	Ag(t) mg/L	Pb(t) mg/L	Se(t) mg/L	Zn(t) mg/L
EJ-1		1.62	0.017	0.113	0.0003	0.002	<0.002	0.022	<0.05	3.69	0.033	4.54	0.345	0.0015	<0.002	<0.002	0.06	<0.02	0.336
EJ-2		5.56	0.17	0.13	0.0014	0.013	0.015	0.787	<0.05	27.34	0.04	7.12	5.298	0.0012	0.017	<0.002	0.13	<0.02	1.711
P-3		5.86	0.052	0.049	0.0013	0.011	0.013	0.475	<0.05	15.17	0.008	3.35	4.811	0.0008	0.019	<0.002	0.16	<0.02	1.418
P-4		3.28	0.04	0.044	0.0009	0.008	0.007	0.198	<0.05	6.35	0.012	4.45	4.333	<0.0005	0.013	<0.002	0.14	<0.02	1.008
ECA - (Categoría 3) D.S N° 002-2008- MINAM	Riego de Vegetales (Tallo Alto y Tallo Bajo)	5	0.05	0.7	-	0.005	0.05	0.2	0.1	1	2.5	150	0.2	2.5	0.05	0.05	0.05	0.05	2
	Bebidas de Animales		0.1	-	0.1	0.01	1	0.5	1										24

Tabla 1.17

Comparación de los resultados de parámetros orgánicos y biológicos

Estaciones de Monitoreo		P. Orgánicos			Parámetros Biológicos	
		Ac y G mg/L	Fenoles mg/L	S.A.A.M mg/L	Cófiliformes Totales NMP / 100 mL	Coliformes Fecales NMP / 100 mL
EJ-1		<0.5	<0.001	<0.025	11000	7000
EJ-2		<0.5	<0.001	<0.025	230	33.0
P-3		<0.5	<0.001	<0.025	7.8	4.5
P-4		<0.5	<0.001	<0.025	490	330
ECA - (Categoría 3) D.S N° 002- 2008- MINAM	Riego de Vegetales (Tallo Alto y Tallo Bajo)	1	0.001	1	5000 (t.B) 5000 (3) (t.A.)	1000 (t.B) 2000 (3) (t.A.)
	Bebidas de Animales				5000	1000

Fuente: INFORME DE ENSAYO MAR1078.R12 - CERTIMIN

En las Tablas del 1.15 al 1.17, se presentan los resultados de monitoreo de agua superficial y la comparación de los resultados, observando que los parámetros cumplen con lo establecido en el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM "Aprueban los estándares nacionales de calidad ambiental para agua", categoría 3: riego de vegetales (tallo alto y tallo bajo) y riego de vegetales.

- La segunda caracterización del potencial de generación de ácido de los desmontes se realizó en el mes de marzo de 2009, habiéndose efectuado los ensayos en el Laboratorio ALS PERÚ S.A. cuyos resultados se muestran en la Tabla 1.18:

Tabla 1.18

Resultado de Balance Ácido-Base en Muestras de Desmonte de la Mina Julcani (2009)

DESCRIPCIÓN	pH en pasta	NP KgCaCO ₃ /t	AP KgCaCO ₃ /t	NNP KgCaCO ₃ /t	NP/AP
Desmonte Acchilla - Mimosa	4.4	-3	22.2	-25	-0.135
Desmonte Herminia- San José	4.2	-3	17.8	-21	-0.168
Desmonte Julcani - Tentadora I	3.7	-5	75.9	-81	-0.065
Desmonte Manto parte baja	7.2	35	69.1	-34	0.506
Desmonte Manto parte alta	4.3	-2	35	-37	-0.057
Desmonte Taipei Galindo Derecha	4.5	-3	9.1	-12	-0.329
Desmonte Taipei Galindo Izquierda	4.1	-5	56.9	-62	-0.087
Blanquita	4.7	-3	10	-13	-0.300

El 05 de Agosto de 2011 se tomaron muestras de desmontes y relaves de la UM Julcani, habiéndose efectuado los ensayos en el Laboratorio CIMM PERU S.A. cuyos resultados se muestran en la Tabla 1.19:

Tabla 1.19

Resultado de Balance Ácido-Base en Muestras de Desmonte y Relave de la UM Julcani

Descripción	% Sulfato	% Sulfuro	NP KgCaCO ₃ /t	AP KgCaCO ₃ /t	NNP KgCaCO ₃ /t	NP/AP
Desmonte Estela	1.24	14.03	9.58	438	-428.86	0.02
Desmonte Acchilla	0.49	4.3	15.33	135	-119.2	0.11
Presa de Relaves N° 9	1.34	6.22	8.83	194	-185.54	0.05
Dup Desmonte Estela	1.22	13.98	9.58	436.88	-427.29	

Los resultados de las pruebas observadas en las **Tablas 1.18 y 1.19**, muestran la variación que existe entre las características geoquímicas de los desmontes y relaves de la mina Julcani, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Si (NNP > +20); la muestra **No Genera Drenaje Ácido**.
- Si (NNP < -20); la muestra **Genera Drenaje Ácido**.
- Si (-20 < NNP < +20); muestra el **comportamiento incierto**.

En consecuencia, considerando los valores negativos se llega a la conclusión que los desmontes y relaves generados durante la explotación minera de la UM Julcani, cuyos monitoreos fueron efectuados en los años 2004, 2009 y 2011, son materiales que generan drenaje ácido.

ESTUDIO DE SUELOS



DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCION DE CAMINOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS
HUANCABELICA



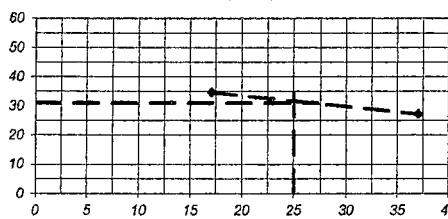
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO:	TESIS: "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"	PROGRESIVA:	50+300
UBICACIÓN:	CANTERA CCOCHACCASA - EN LA VIA HUANCABELICA - LIRCAY	FECHA:	JUNIO DEL 2013
CLIENTE:	CERAFIN RAMOS ROJAS - JESUS TORRES RAMOS	LADO:	DERECHO
ENSAYOS:	ESTANDAR DE CLASIFICACION	ESTRUCTURA:	BASE
NORMAS:	ASTM D422 - D2218 - D854 - D4318 - D427 - D2437 / AASHTO T87	EFECTUADO:	R.S.Q.

Tipo de Exploración	Calicata
Nº de Exploración	C1
Nº de Muestras	M1
Profundidad del Estrato (m)	0.00 - 2.00
Angulo de Fricción Interna	--
Cohesion kg/cm3	--
Peso Unitario Seco Suelto gr/cm3	1528.00
Capacidad Portante kg/cm2	--
Peso Especifico Natural (y)	2.55
Desgaste de Material (Ensayo Los Angeles) %	--
Humedad Natural (w) %	9.46
Límite Líquido (LL)	31.01
Límite Plástico (LP)	26.98
Índice Plasticidad (IP)	4.03
Porcentaje de Absorción	2.04
Peso Unitario Seco Compacto	1355
CLASIFICACIÓN SUCS	GM
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-2-7(0)
Suelo formado por Grava Limosa, mezcla de Grava limo arena y limo de color marrón rojizo, con finos y grava tierra de fundación regular a bueno	

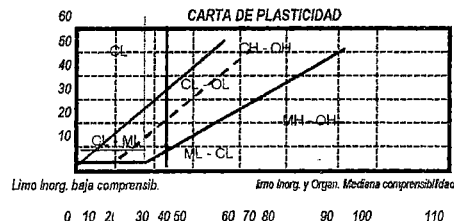
TAMAÑO	TAMICES	PESO	% QUE	ESPECIF
MALLA	ASTM	RETEN.	PASA	
75.000	3"	0.00	100.00	
50.000	2"	0.00	100.00	100 100
37.500	1½"	230.00	94.25	95 100
25.000	1"	360.00	85.25	90 100
19.000	¾"	440.00	74.25	
9.500	3/8"	605.00	59.13	
4.750	Nº 4	702.00	41.58	30 65
2.000	Nº 10	123.06	38.50	
0.850	Nº 20	129.71	35.26	
0.425	Nº 40	126.39	32.10	15 35
0.250	Nº 60	113.08	29.27	
0.150	Nº 100	123.06	26.19	
0.075	Nº 200	119.74	23.20	5 20
0.010	< 200	927.95	0.00	0 0
Peso Inic.	4000	1663.00		
D10 (mm)	0.03	Cu	310.78	
D30 (mm)	0.30	Cc	0.27	
D60 (mm)	10.05	I.G.		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Índice Plástico (IP)

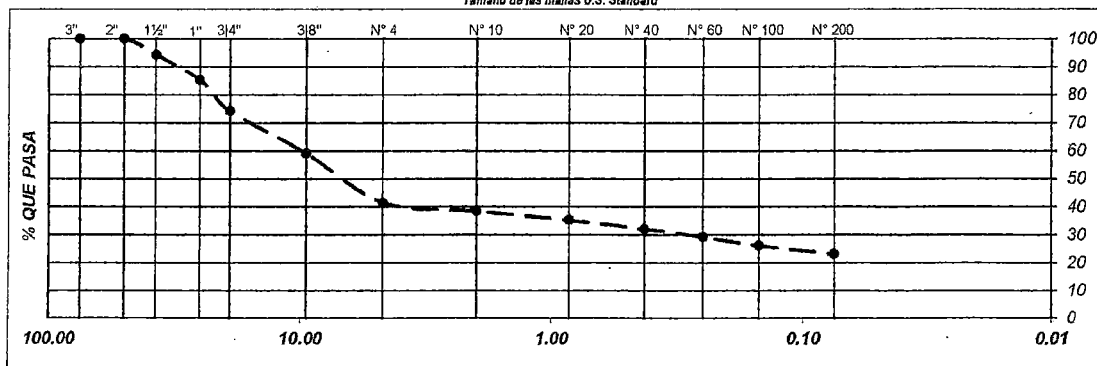
CARTA DE PLASTICIDAD



Límite Líquido (LL)

REPRESENTACION GRAFICA DEL ANALISIS

Tamaño de las mallas U.S. Standard



Jr. Francisco de Angulo Nº 410 - Santa Ana-Huancavelica - Telefax Nº 067-452873

DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCION DE CAMINOS
Martin Pari Jurado
(e) Laboratorio Mecánica de Suelo



Víctor Hugo Luciani Meza
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 127523



DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCION DE CAMINOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS
HUANCAVELICA



PROCTOR MODIFICADO

PROYECTO:	TESIS: "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"	FECHA:	JUNIO. DEL 2013
SOLICITADO:	CERAFIN RAMOS ROJAS - JESUS TORRES RAMOS	EFFECTUADO:	R.S.Q.
PROCEDENCIA:	CANTERA CCOCHACCASA - EN LA VIA HUANCAVELICA - LIRCAY	CALICATA:	C1
PROGRESIVA:	KM 50+600	MUESTRA:	M1
LADO:	DERECHO	PROFUND.:	0.00 - 2.00

METODO DE COMPACTACION : PROCTOR MODIFICADO AASHTO T-180 METODO - D

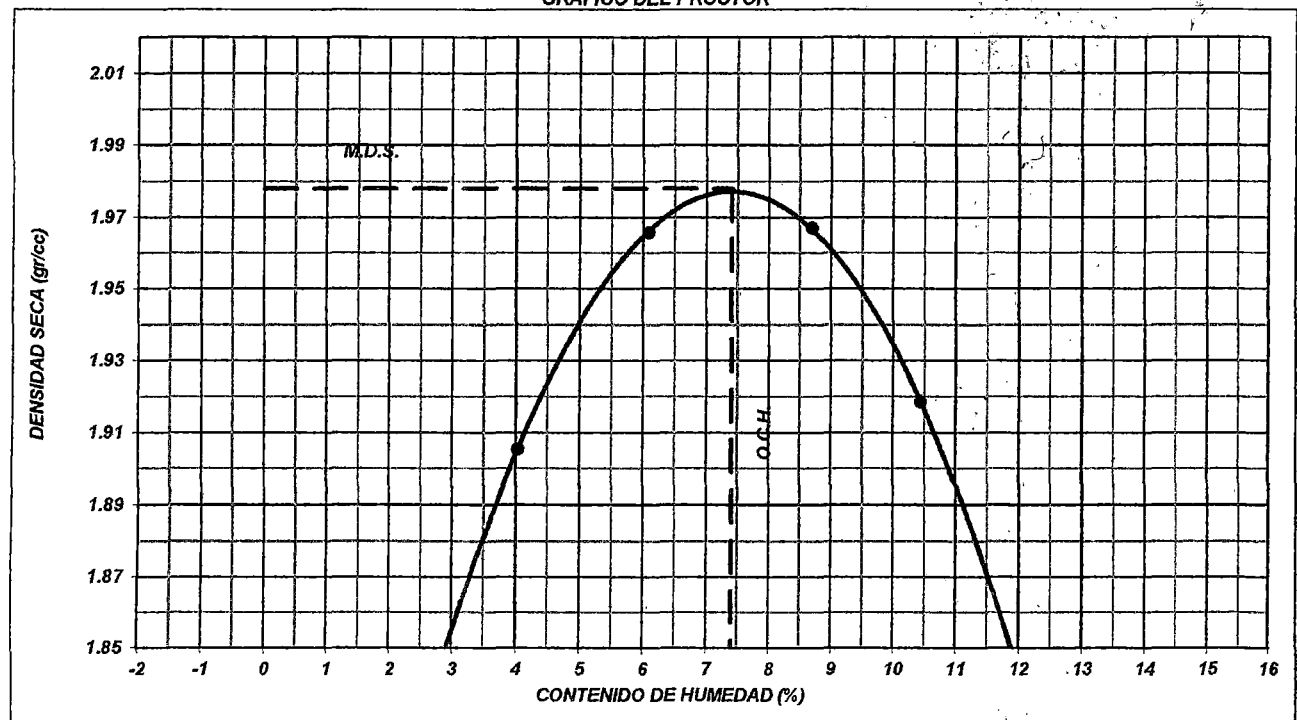
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2087	PESO DEL MOLDE (gr) :	5248	MOLDE Nro.	
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	
PESO SUELO + MOLDE	9385	9600	9710	9670	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4137	4352	4462	4422	
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1.982	2.085	2.138	2.119	

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE Nro.					
PESO SUELO HUMEDO + TARA	2205.00	2135.00	2140.00	2155.00	
PESO SUELOS SECO + TARA	2164.00	2081.00	2060.50	2052.00	
PESO DE LA TARA	1146.00	1193.00	1146.00	1065.00	
PESO DE AGUA	41.00	54.00	79.50	103.00	
PESO DE SUELO SECO	1018.00	888.00	914.50	987.00	
CONTENIDO DE AGUA	4.03	6.08	8.69	10.44	
% PROMEDIO DE AGUA	4.03	6.08	8.69	10.44	
PESO VOLUMETRICO SECO	1.91	1.97	1.97	1.92	

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.98 gr/cc.	HUMEDAD OPTIMA	7.40 %
----------------------	-------------	----------------	--------

GRAFICO DEL PROCTOR



Jr. Francisco de Angulo N° 410 - Santa Ana-Huancavelica - Telefax N° 067-452873

DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCION DE CAMINOS

[Signature]
Martin Ros...



[Signature]
Victor Hugo Luján Méndez
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 127529



DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCION DE CAMINOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS
HUANCAMELICA

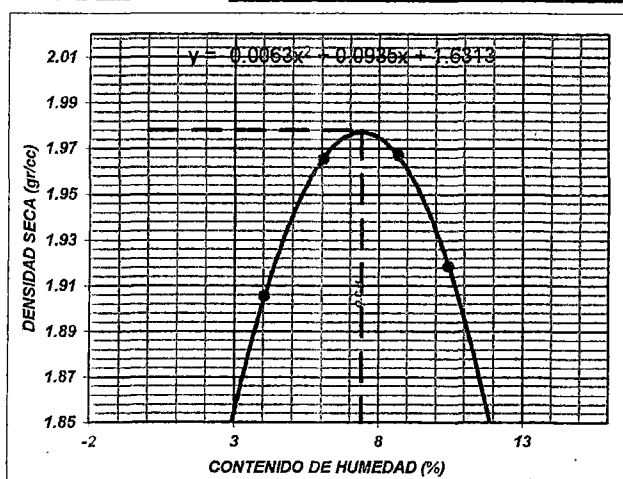
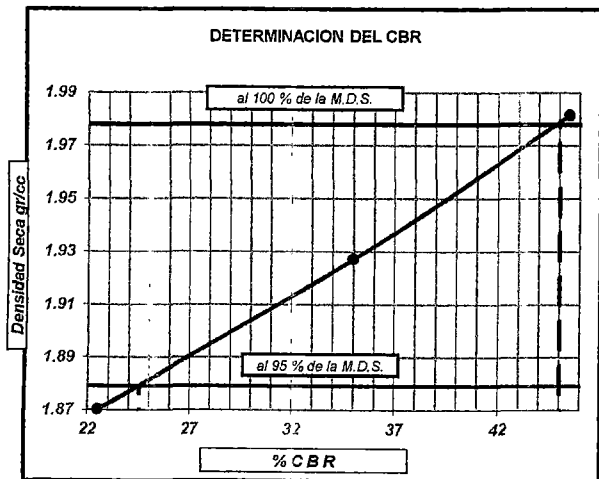
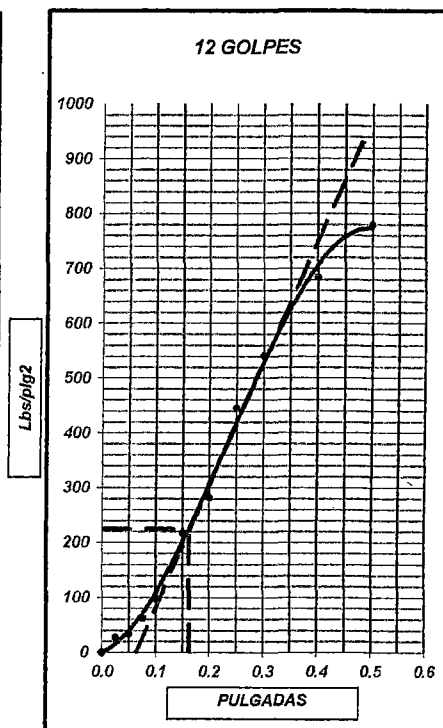
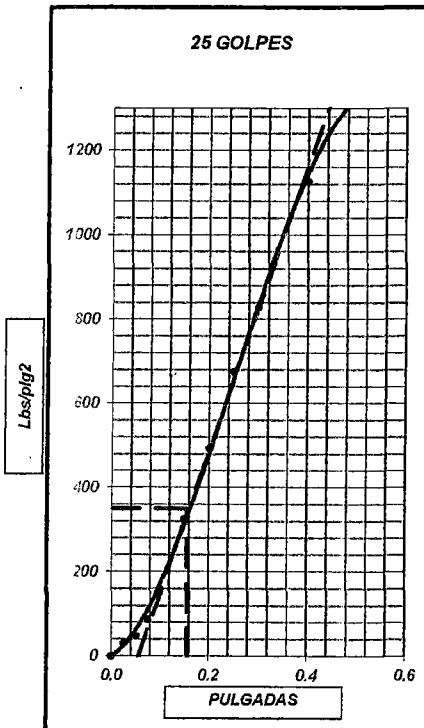
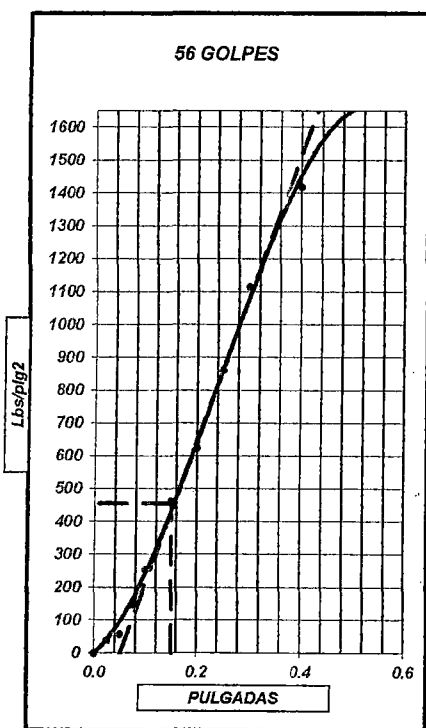


C.B.R

ASTM D-1883

PROYECTO:	TESIS: "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"			FECHA:	JUNIO. DEL 2013
SOLICITADO POR:	CERAFIN RAMOS ROJAS - JESUS TORRES RAMOS			CALICATA:	C1
UBICACIÓN:	CANTERA CCOCHACCASA - EN LA VIA HUANCAMELICA - LIRCAY			MUESTRA:	M1
PROGRESIVA:	KM 50+600			PROFUND.:	0.00 - 2.00

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



VALORES DEL CBR		
CBR AL 100%	0.1"	= 45.00 %
CBR AL 95%	0.1"	= 24.50 %

DATOS DEL PROCTOR		
DENSIDAD SECA al 100%	=	1.98 gr/cc.
DENSIDAD SECA al 95%	=	1.88 gr/cc.
OPTIMO DE HUMEDAD	=	7.4 %

DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCION DE CAMINOS

Martin Pani Jurado
(e) Laboratorio Mecánica de Suelos

Jr. Francisco de Anzulo N° 410 - Santa Ana-Huancavelica - Telefax N° 067-452873



Victor Hugo Laviana Meza



DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCION DE CAMINOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS
HUANCAMELICA

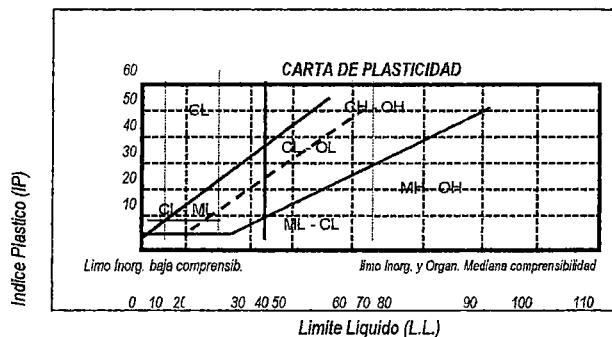
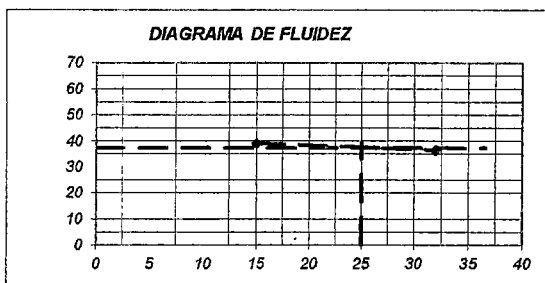


ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

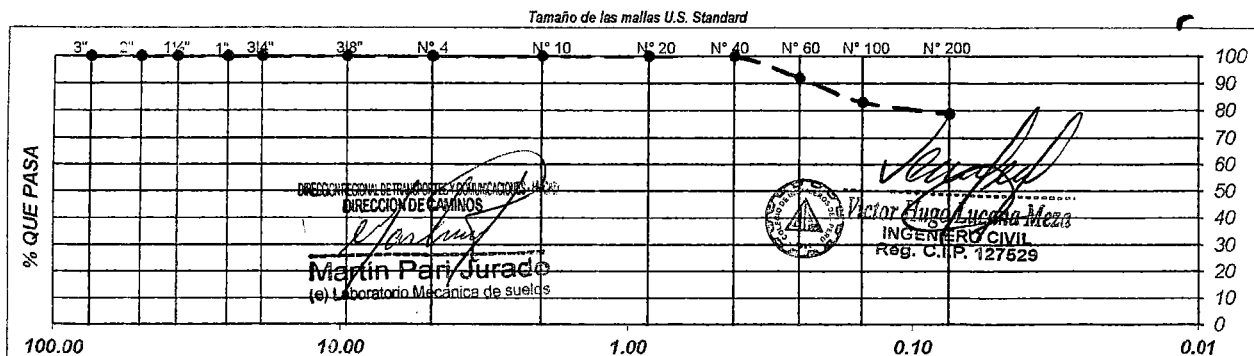
PROYECTO	TESIS: "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"		
UBICACIÓN	CANTERA RELAVE ACCHILLA KM 47+920	PROGRESIVA	47+920
CLIENTE	CERAFIN RAMOS ROJAS - JESUS TORRES RAMOS	FECHA	JUNIO. DEL 2013
ENSAYOS	ESTANDAR DE CLASIFICACION	LADO	IZQUIERDO
NORMAS	ASTM D422 - D2218 - D854 - D4318 - D427 - D2437 / AASHTO T87	ESTRUCTURA	BASE
		EFEITUADO	R.S.Q.

Tipo de Exploración	Calicata
Nº de Exploración	C2
Nº de Muestras	M1
Profundidad del Estrato (m)	0.00 - 1.50
Angulo de Friccion Interna	--
Cohesion kg/cm3	--
Peso Unitario Seco Suelto gr/cm3	1120.00
Capacidad Portante kg/cm2	--
Peso Especifico Natural (y)	2.00
Desgaste de Material (Ensayo Los Angeles) %	--
Humedad Natural (w) %	13.05
Límite Líquido (LL)	37.46
Límite Plástico (LP)	28.86
Índice Plasticidad (IP)	8.60
Porcentaje de Absorción	4.61
Peso Unitario Seco Compacto	1289
CLASIFICACIÓN SUCS	ML
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-7(5)
Limos Inorgánicos arcillosos, suelos finos arenosos	
limosos arcillosos de color verde negruzco	
como suelo de fundación regular	

TAMANO	TAMICES	PESO	% QUE	ESPECIF.
MALLA	ASTM	RETEN.	PASA	
75.000	3"	0.00	100.00	
50.000	2"	0.00	100.00	
37.500	1½"	0.00	100.00	
25.000	1"	0.00	100.00	
19.000	¾"	0.00	100.00	
9.500	3/8"	0.00	100.00	
4.750	Nº 4	0.00	100.00	
2.000	Nº 10	0.00	100.00	
0.850	Nº 20	0.00	100.00	
0.425	Nº 40	0.00	100.00	
0.250	Nº 60	272.00	92.00	
0.150	Nº 100	299.20	83.20	
0.075	Nº 200	149.60	78.80	
0.010	< 200	2679.20	0.00	
Peso Inic.		3400.00		
D10 (mm)	0.01	Cu	6.00	
D30 (mm)	0.03	Cc	1.50	
D60 (mm)	0.06	I.G.		



REPRESENTACION GRAFICA DEL ANALISIS





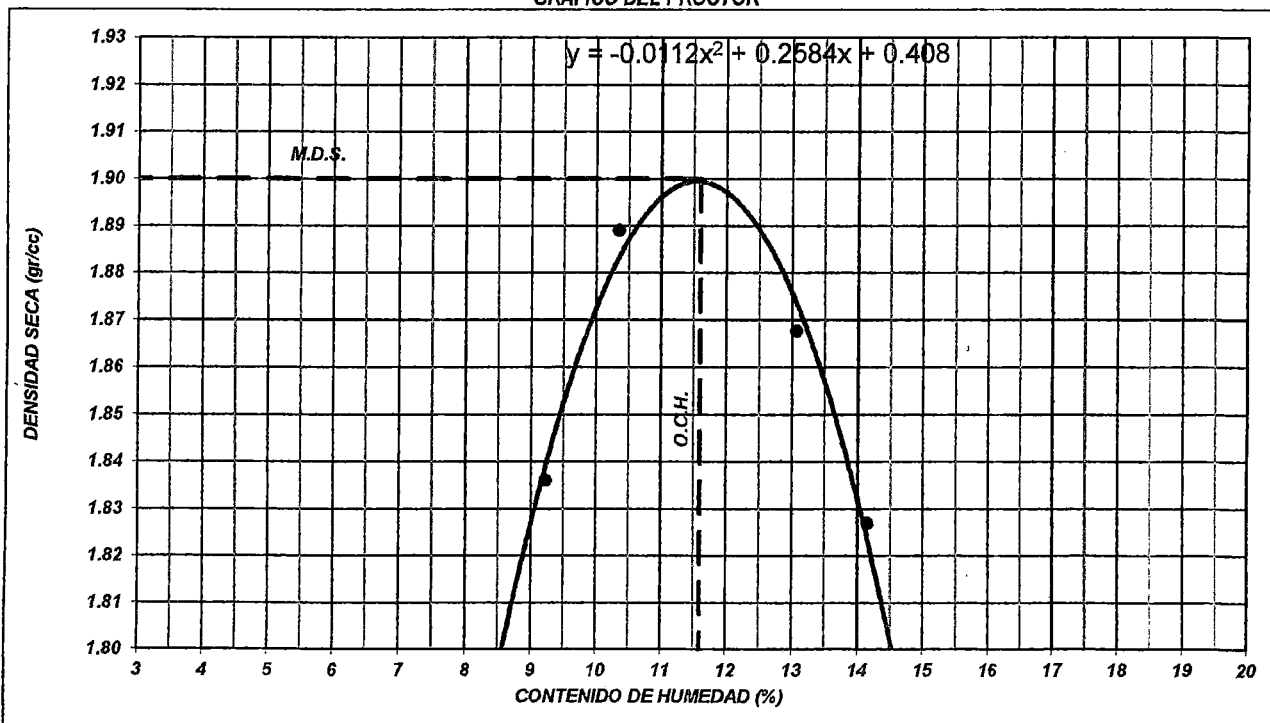
DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCION DE CAMINOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS
HUANCavelica



PROYECTO:	TESIS: "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"			FECHA:	JUNIO. DEL 2013
SOLICITADO:	CERAFIN RAMOS ROJAS - JESUS TORRES RAMOS			EFFECTUADO:	R.S.Q.
PROCEDENCIA:	CANTERA RELAVE ACCHILLA KM 47+920			CALICATA:	C2
PROGRESIVA:	KM 55+100			MUESTRA:	M1
LADO:	IZQUIERDO			PROFUND.:	0.00 - 1.50

METODO DE COMPACTACION : PROCTOR MODIFICADO AASHTO T-180 METODO - D				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2050	PESO DEL MOLDE (gr) :	6625	MOLDE Nro.
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4
PESO SUELO + MOLDE	10736	10898	10954	10900
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4111	4273	4329	4275
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	2.005	2.084	2.112	2.085
CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE Nro.	9	2	16	6
PESO SUELO HUMEDO + TARA	262.00	229.00	137.00	150.00
PESO SUELOS SECO + TARA	243.00	211.50	125.10	135.50
PESO DE LA TARA	37.00	42.28	34.00	33.00
PESO DE AGUA	19.00	17.50	11.90	14.50
PESO DE SUELO SECO	206.00	169.22	91.10	102.50
CONTENIDO DE AGUA	9.22	10.34	13.06	14.15
% PROMEDIO DE AGUA	9.22	10.34	13.06	14.15
PESO VOLUMETRICO SECO	1.84	1.89	1.87	1.83
DENSIDAD MAXIMA SECA	1.90	gr/cc.	HUMEDAD OPTIMA	11.60 %

GRAFICO DEL PROCTOR



Jr. Francisco de Angulo N° 410 - Santa Ana-Huancavelica - Telefax N° 067-452873

DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCION DE CAMINOS
Martin Pari Jurado



Victor Hugo Lucana Meza
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 127529



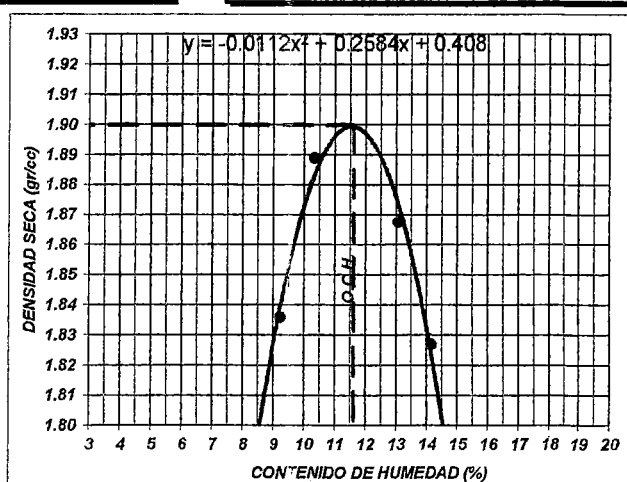
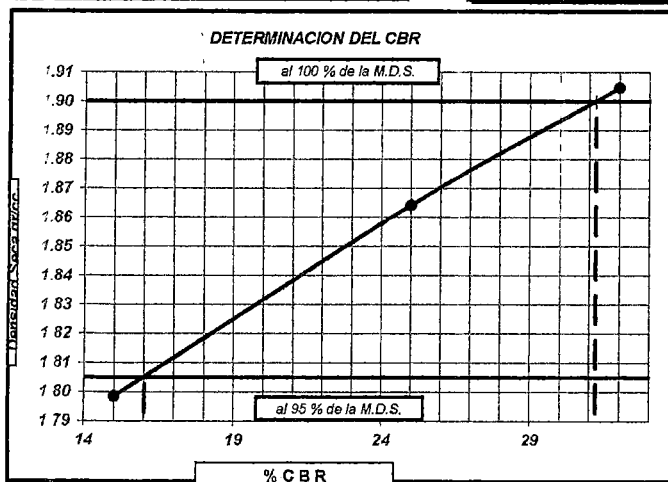
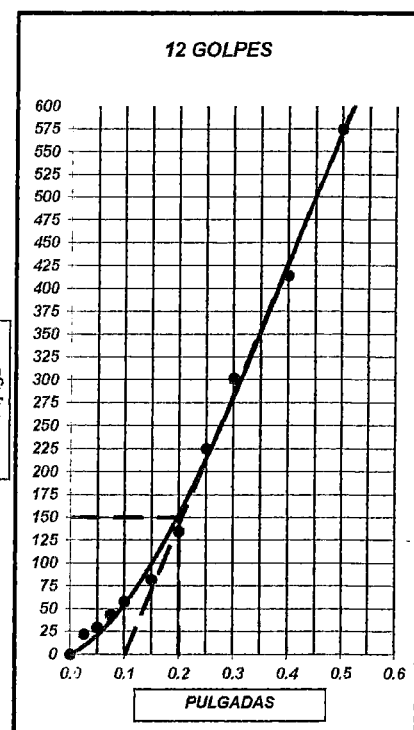
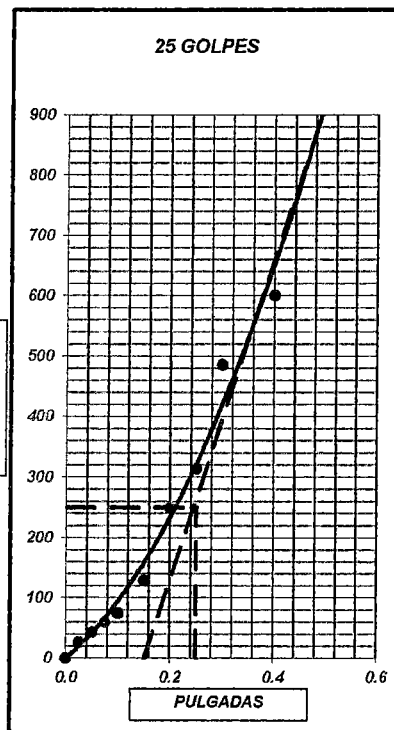
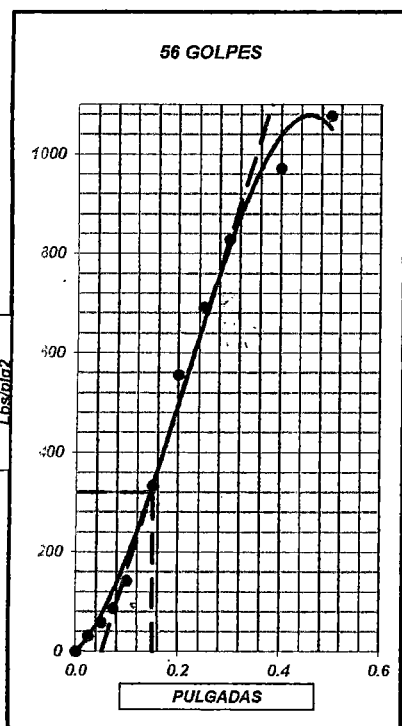
DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCION DE CAMINOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS
HUANCAVELICA



C.B.R ASTM D-1883

PROYECTO:	TESIS: "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"	FECHA:	JUNIO DEL 2013
SOLICITADO POR:	CERAFIN RAMOS ROJAS - JESUS TORRES RAMOS	CALICATA:	C2
UBICACIÓN:	CANTERA RELAVE ACCHILLA KM 47+920	MUESTRA:	M1
PROGRESIVA:	KM 55+100	PROFUND.:	0.00 - 1.50

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



VALORES DEL CBR		
CBR AL 100%	0.1"	= 31.20 %
CBR AL 95%	0.1"	= 16.00 %

DATOS DEL PROCTOR		
DENSIDAD SECA al 100%	=	1.90 gr/cc.
DENSIDAD SECA al 95%	=	1.81 gr/cc.
ÓPTIMO DE HUMEDAD	=	11.6 %

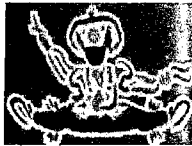
DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCION DE CAMINOS

Martín Pari Jurado
Laboratorio Mecánica de Suelos

Jr. Francisco de Angulo N° 10 - Santa Ana-Huancavelica - 067-452873



Victor Hugo Lucang Meza
INGENIERO CIVIL



DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCION DE CAMINOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS
HUANCABELICA



PROCTOR MODIFICADO

PROYECTO:	TESIS: "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"			FECHA:	JUNIO. DEL 2013
SOLICITADO:	CERAFIN RAMOS ROJAS - JESUS TORRES RAMOS			EFECTUADO:	R.S.Q.
PROCEDENCIA:	SUELO DE FUNDACION - KM 2+180			CALICATA:	C2
PROGRESIVA:	KM 2+180			MUESTRA:	M1
LADO:	DERECHA			PROFUND.:	0.50 - 1.50

METODO DE COMPACTACION : PROCTOR MODIFICADO AASHTO T-180 METODO - D

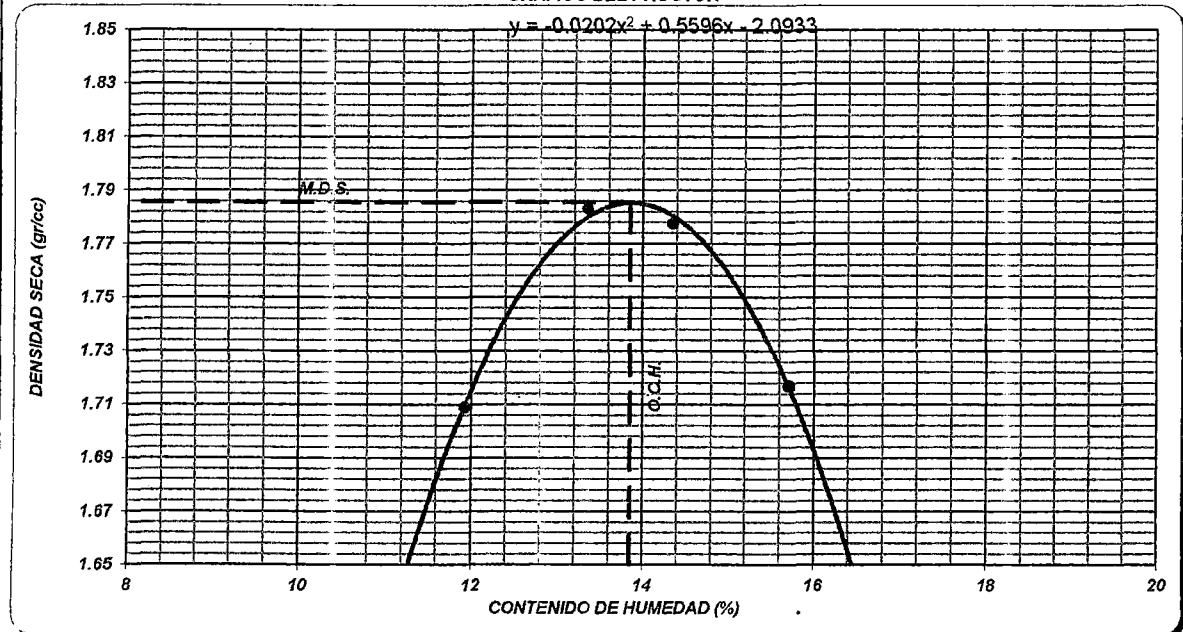
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2087	PESO DEL MOLDE (gr) :	5840	MOLDE Nro.	
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	
PESO SUELO + MOLDE	9986	10058	9832	10082	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4146	4218	3992	4242	
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1.987	2.021	1.913	2.033	

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE Nro.	1	28	5	3	
PESO SUELO HUMEDO + TARA	155.50	146.30	156.00	162.00	
PESO SUELOS SECO + TARA	139.00	133.00	143.00	146.00	
PESO DE LA TARA	34.00	33.40	34.00	34.50	
PESO DE AGUA	16.50	13.30	13.00	16.00	
PESO DE SUELO SECO	105.00	99.60	109.00	111.50	
CONTENIDO DE AGUA	15.71	13.35	11.93	14.35	
% PROMEDIO DE AGUA	15.71	13.35	11.93	14.35	
PESO VOLUMETRICO SECO	1.72	1.78	1.71	1.78	

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.79	gr/cc.	HUMEDAD OPTIMA	13.85	%
----------------------	------	--------	----------------	-------	---

GRAFICO DEL PROCTOR



Jr. Francisco de Angulo N° 410 - Santa Ana-Huancavelica - Telefon N° 067-452873

DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - HUANCABELICA
DIRECCION DE CAMINOS

Martin Pari Jurado
e) Laboratorio Mecanica de suelos



Victor Hugo Lucena Meza
INGENIERO CIVIL
Reg. C. P. 127529



DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCION DE CAMINOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS
HUANCABELICA



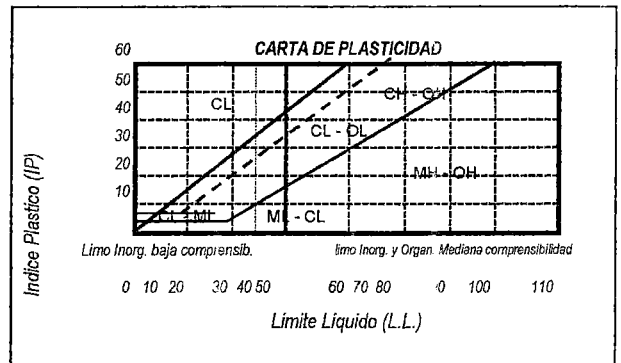
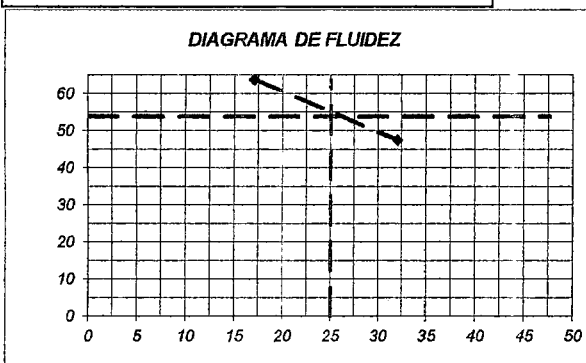
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO:	TESIS: "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE COCHACACSA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"	PROGRESIVA:	0+000 - 3+800
UBICACIÓN:	TIERRA DE FUNDACION - KM 2+180	FECHA:	JUNIO. DEL 2013
CLIENTE:	CERAFIN RAMOS ROJAS - JESUS TORRES RAMOS	LADO:	EJE
ENSAYOS:	ESTANDAR DE CLASIFICACION	ESTRUCTURA:	SUELO MEJORADO
NORMAS:	ASTM D422 - D2218 - D854 - D4318 - D427 - D2437 / AASHTO T87	EFFECTUADO:	R.S.Q.

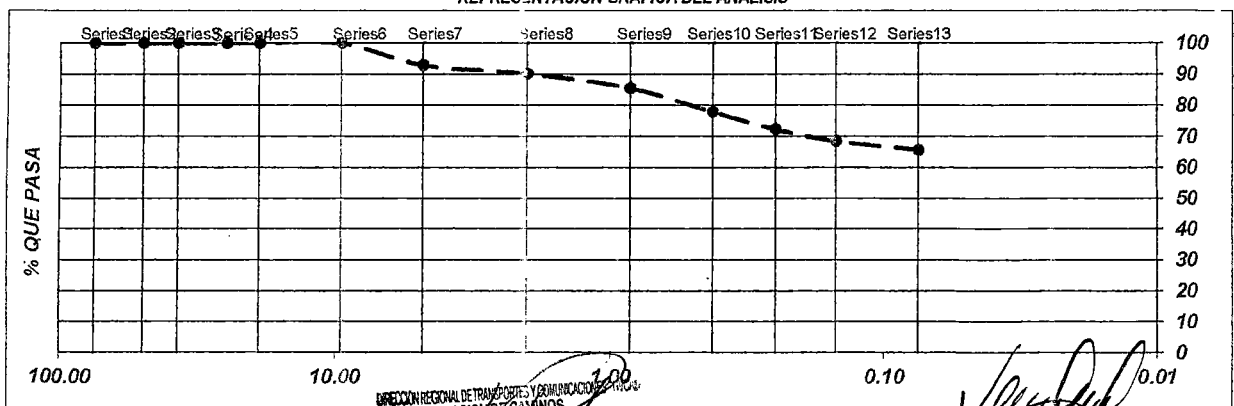
Tipo de Exploración	Calicata
Nº de Exploración	C2
Nº de Muestras	M1
Profundidad del Nivel Freático (m)	--
Profundidad del Estrato (m)	0,50 - 1,50
Peso Unitario Seco Suelto	945
Capacidad portante	
Peso Especifico Natural (y)	
Humedad Natural (w) %	18.97
Límite Líquido (LL)	53.93
Límite Plástico (LP)	29.18
Índice Plasticidad (IP)	24.76
Porcentaje de Absorción	4.55
Peso Unitario Seco Compacto	1050
CLASIFICACIÓN SUCS	MH
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-4(3)
Suelo formado por arcilla organica alta plasticidad	
suelos organicos flos de color negro	
tierra de fundación malo	

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

TAMANO	TAMICES	PESO	% QUE	ESPECIF.
MALLA	ASTM	RETEN.	PASA	
75.000	3"	0.00	100.00	
50.000	2"	0.00	100.00	100 100
37.500	1½"	0.00	100.00	
25.000	1"	0.00	100.00	90 100
19.000	¾"	0.00	100.00	65 100
9.500	¾"	0.00	100.00	45 80
4.750	Nº 4	260.00	92.97	30 65
2.000	Nº 10	103.20	90.18	22 52
0.850	Nº 20	172.00	85.54	
0.425	Nº 40	282.08	77.91	15 35
0.250	Nº 60	206.40	72.33	
0.150	Nº 100	137.60	68.61	
0.075	Nº 200	103.20	65.82	5 20
0.000	< 200	2435.52	0.00	
Peso Inic.	3700	3440.00		
D10 (mm)	0.01	Cu	6.00	
D30 (mm)	0.03	Cc	1.50	
D60 (mm)	0.07	I.G.		



REPRESENTACION GRAFICA DEL ANALISIS





DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCION DE CAMINOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS
HUANCVELICA

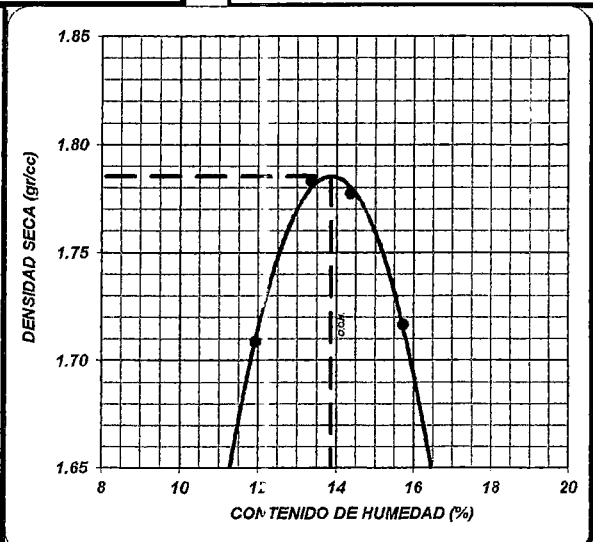
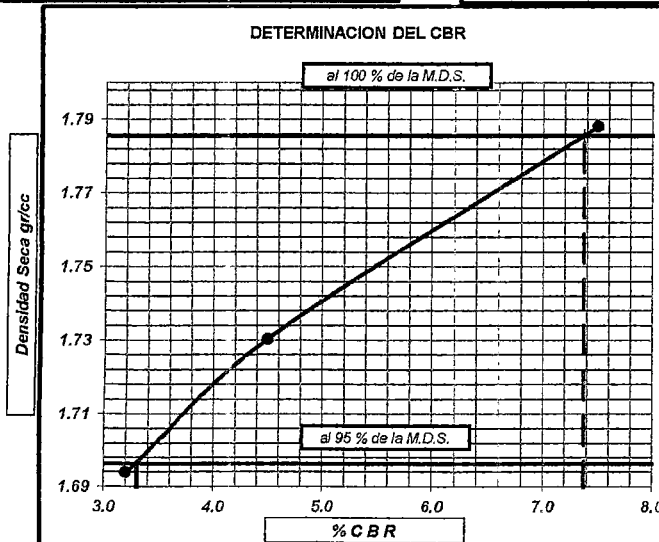
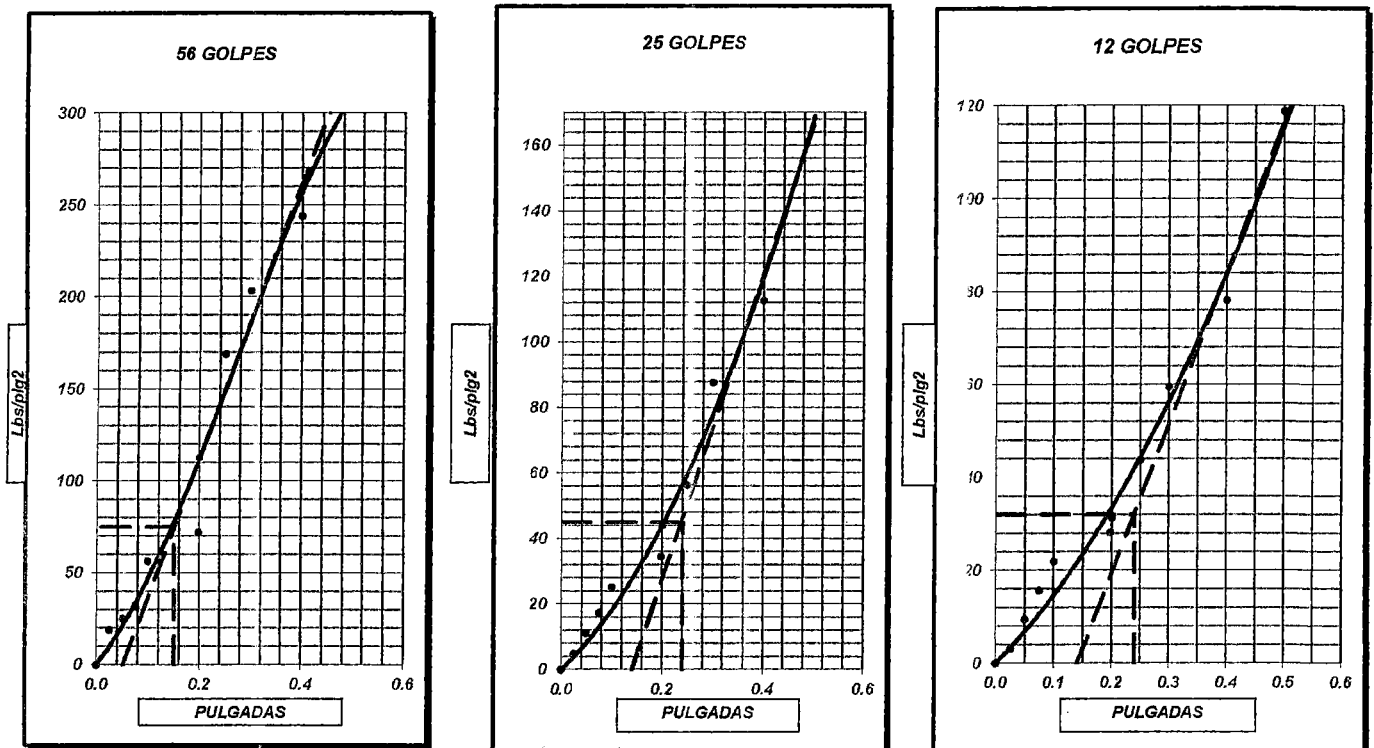


C.B.R

ASTM D-1883

PROYECTO:	TESIS: "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"	FECHA:	JUNIO DEL 2013
SOLICITADO POR:	CERAFIN RAMOS ROJAS - JESUS TORRES RAMOS	CALICATA:	C-2
UBICACIÓN:	SUELO DE FUNDACION KM 2+180	MUESTRA:	M-1
PROGRESIVA:	KM 2+180	PROFUND.:	0.50 - 1.50

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



VALORES DEL CBR		
CBR AL 100%	0.1"	= 7.37 %
CBR AL 95%	0.1"	= 3.30 %
Expansion		= 1.89 %

DATOS DEL PROCTOR		
DENSIDAD SECA al 100%	=	1.79 gr/cc.
DENSIDAD SECA al 95%	=	1.70 gr/cc.
OPTIMO DE HUMEDAD	=	13.9 %





DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCION DE CAMINOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS
HUANCABELICA



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

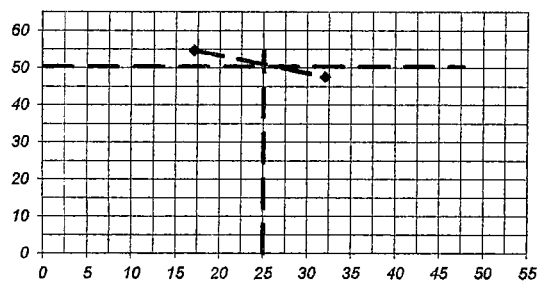
PROYECTO:	TESIS: "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"	PROGRESIVA:	0+000 - 3+800
UBICACIÓN:	TIERRA DE FUNDACION - KM 1+140	FECHA:	JUNIO. DEL 2013
CLIENTE:	CERAFIN RAMOS ROJAS - JESUS TORRES RAMOS	LADO:	EJE
ENSAYOS:	ESTANDAR DE CLASIFICACION	ESTRUCTURA:	SUELO MEJORADO
NORMAS:	ASTM D422 - D2218 - D854 - D4318 - D427 - D2437 / AASHTO T87	EFFECTUADO:	R.S.Q.

Tipo de Exploración	Calicata
Nº de Exploración	C1
Nº de Muestras	M1
Profundidad del Nivel Freático (m)	--
Profundidad del Estrato (m)	0,50 - 1,50
Peso Unitario Seco Suelto	945
Capacidad portante	
Peso Específico Natural (y)	
Humedad Natural (w) %	12,93
Límite Líquido (LL)	50,47
Límite Plástico (LP)	28,97
Índice Plasticidad (IP)	21,49
Porcentaje de Absorción	4,55
Peso Unitario Seco Compacto	1050
CLASIFICACIÓN SUCS	MH
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-4(3)
Suelo formado por arcilla organica alta plasticidad	
suelos organicos flos de color negro	
tierra de fundación malo	

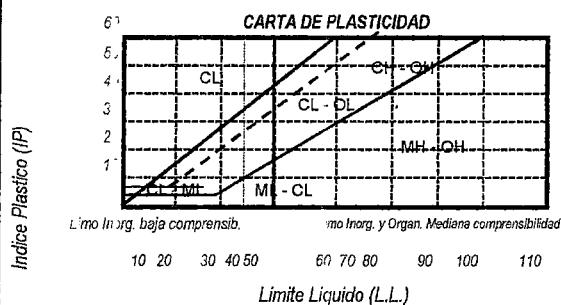
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

TAMAÑO	TAMICES	PESO	% QUE	ESPECIF.	
MALLA	ASTM	RETEN.	PASA		
75.000	3"	0,00	100,00		
50.000	2"	0,00	100,00	100	100
37.500	1½"	0,00	100,00		
25.000	1"	0,00	100,00	90	100
19.000	¾"	0,00	100,00	65	100
9.500	¾"	0,00	100,00	45	80
4.750	Nº 4	260,00	92,97	30	65
2.000	Nº 10	103,20	90,18	22	52
0.850	Nº 20	172,00	85,54		
0.425	Nº 40	282,08	77,91	15	35
0.250	Nº 60	206,40	72,33		
0.150	Nº 100	137,60	68,61		
0.075	Nº 200	103,20	65,82	5	20
0.000	< 200	2435,52	0,00		
Peso Inic.		3700	3440,00		
D10 (mm)	0,01	Cu	6,00		
D30 (mm)	0,03	Cc	1,50		
D60 (mm)	0,07	I.G.			

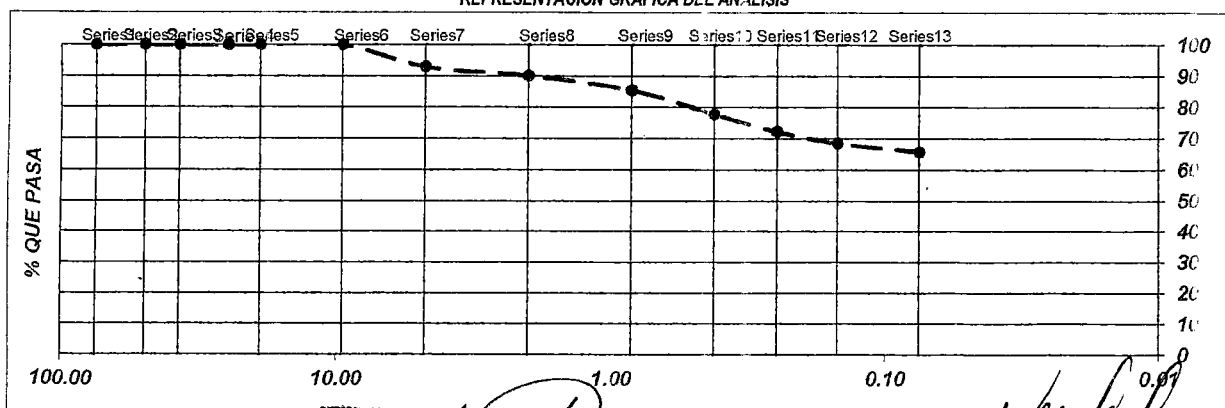
DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CARTA DE PLASTICIDAD



REPRESENTACION GRAFICA DEL ANALISIS





DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCION DE CAMINOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS
HUANCAMELICA



PROCTOR MODIFICADO

PROYECTO:	TESIS: "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"			FECHA:	JUNIO. DEL 2013
SOLICITADO:	CERAFIN RAMOS ROJAS - JESUS TORRES RAMOS			EFFECTUADO:	R.S.Q.
PROCEDENCIA:	SUELO DE FUNDACION - KM 1+140			CALICATA:	C1
PROGRESIVA:	KM 1+140			MUESTRA:	M1
LADO:	DERECHA			PROFUND.:	0.50 - 1.50

METODO DE COMPACTACION : PROCTOR MODIFICADO AASHTO T-180 METODO - D

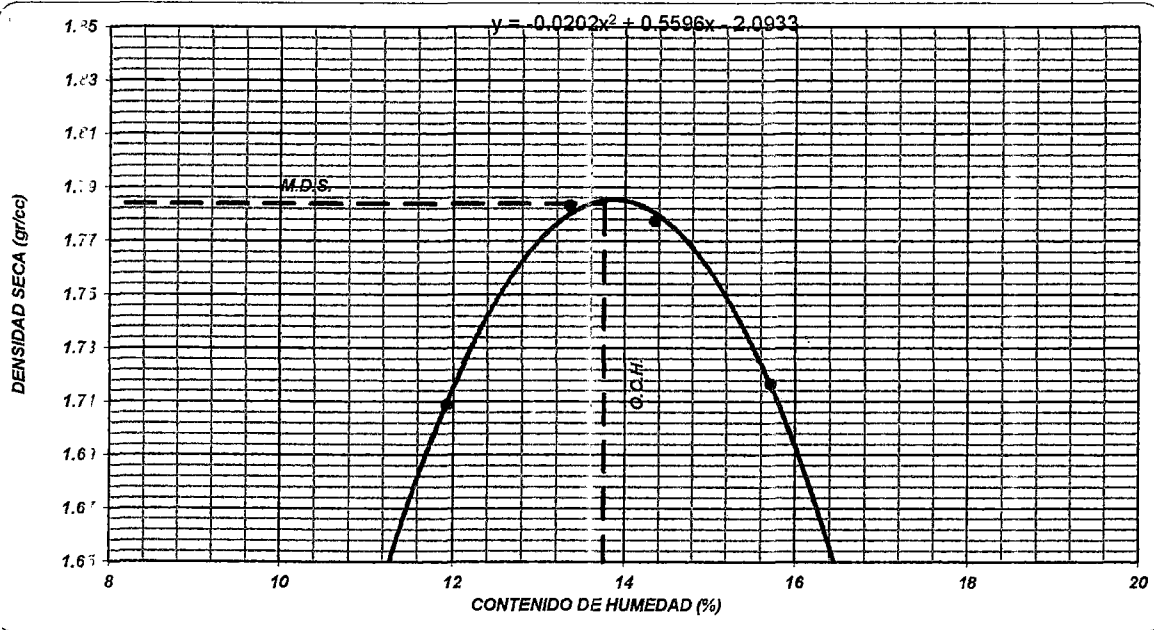
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2087	PESO DEL MOLDE (gr) :	5840	MOLDE Nro.	
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	
PESO SUELO + MOLDE	9986	10058	9832	10082	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4146	4218	3992	4242	
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1.987	2.021	1.913	2.033	

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE Nro.	1	2	3	4	
PESO SUELO HUMEDO + TARA	155.50	146.30	156.00	162.00	
PESO SUELOS SECO + TARA	139.00	133.00	143.00	146.00	
PESO DE LA TARA	34.00	33.40	34.00	34.50	
PESO DE AGUA	16.50	13.30	13.00	16.00	
PESO DE SUELO SECO	105.00	99.60	109.00	111.50	
CONTENIDO DE AGUA	15.71	13.35	11.93	14.35	
% PROMEDIO DE AGUA	15.71	13.35	11.93	14.35	
PESO VOLUMETRICO SECO	1.72	1.78	1.71	1.78	

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.78	gr/cc.	HUMEDAD OPTIMA	13.75	%
-----------------------------	------	---------------	-----------------------	-------	----------

GRAFICO DEL PROCTOR



Jr. Francisco de Angulo N° 410 - Santa A 1a-Huancavelica - Telerax N° 067-452873

DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCION DE CAMINOS
Martin Pari Jurado
Martin Pari Jurado
(e) Laboratorio Mecanica de suelos

Victor Hugo Lujana Meza
Victor Hugo Lujana Meza
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 127529



DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCION DE CAMINOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS
HUANCAVELICA

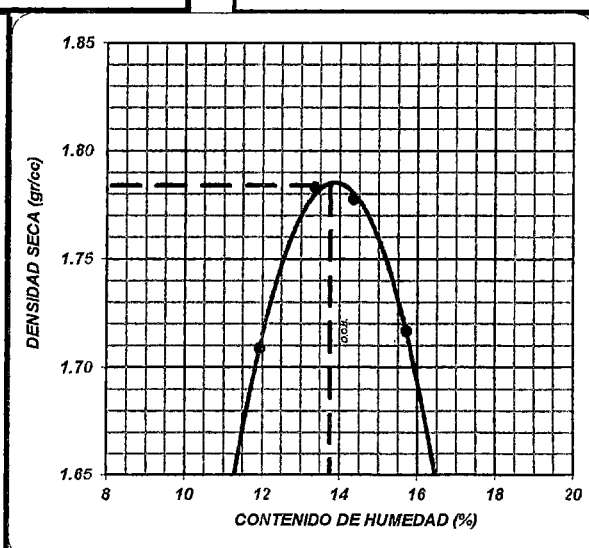
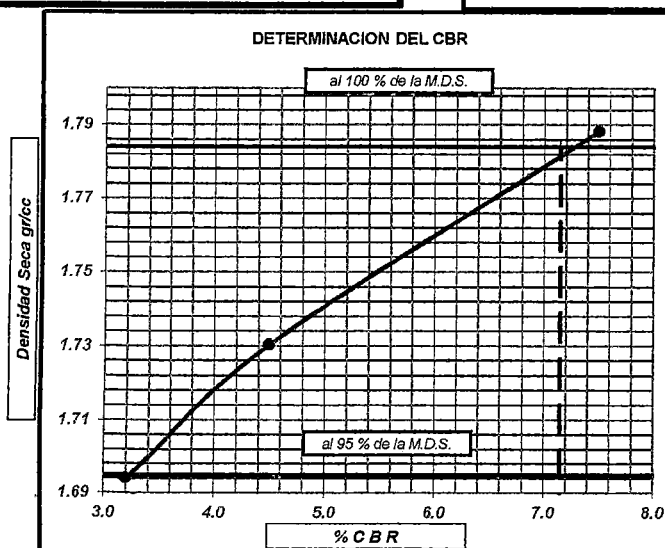
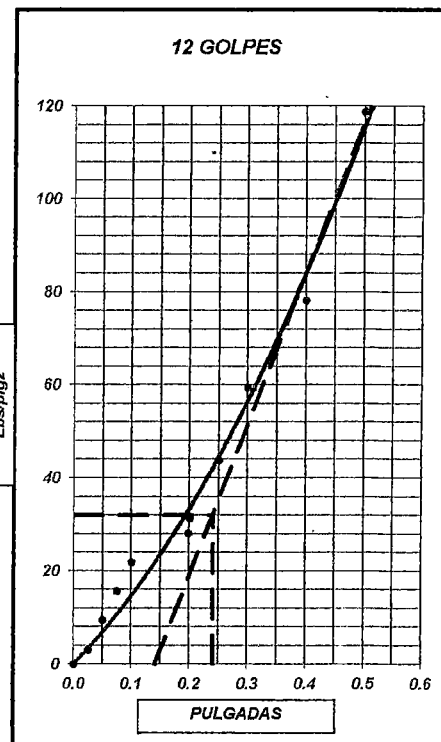
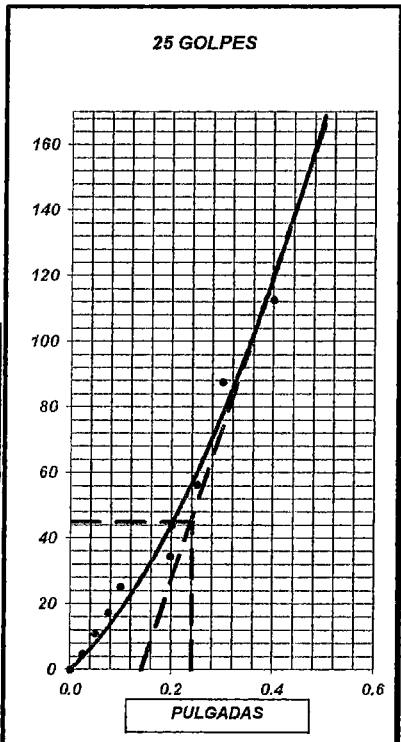
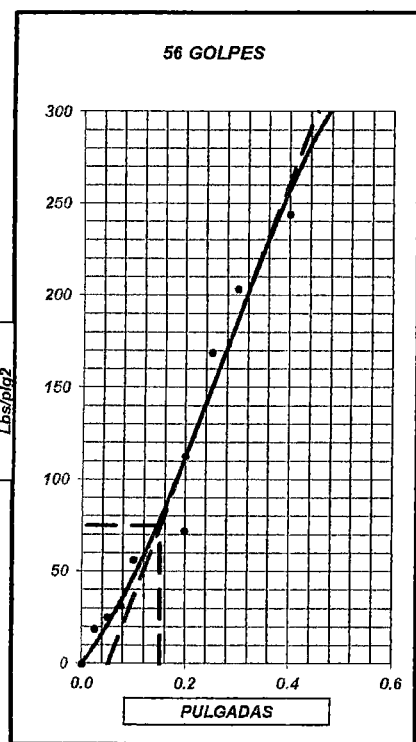


C.B.R

ASTM D-1883

PROYECTO:	TESIS: "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"	FECHA:	JUNIO. DEL 2013
SOLICITADO POR:	OFICINA REGIONAL DE ESTUDIOS DE PRE INVERSION - HUANCAVELICA	CALICATA:	C-1
UBICACIÓN:	SUELO DE FUNDACION KM 1+140	MUESTRA:	M-1
PROGRESIVA:	KM 1+140	PROFUND.: 0.50 - 1.50	

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



VALORES DEL CBR		
CBR AL 100%	0.1" =	7.15 %
CBR AL 95%	0.1" =	3.27 %
Expansion		= 1.89 %

DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - HUANCAVELICA
DIRECCION DE CAMINOS

Martin R. Jurado
Martin R. Jurado
(e) Laboratorio Mecánica de Suelos

DATOS DEL PROCTOR	
DENSIDAD SECA al 100%	= 1.78 gr/cc.
DENSIDAD SECA al 95%	= 1.69 gr/cc.
OPTIMO DE HUMEDAD	= 13.8 %



Victor Hugo Lucana Meza
Victor Hugo Lucana Meza
INGENIERO CIVIL



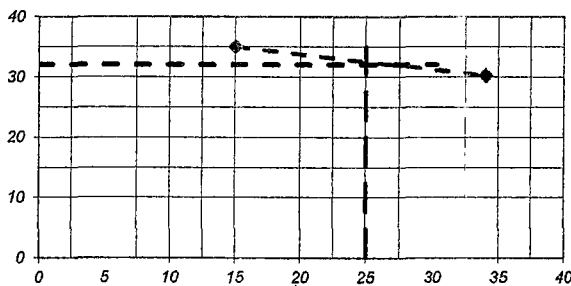
DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCION DE CAMINOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS
HUANCAVELICA



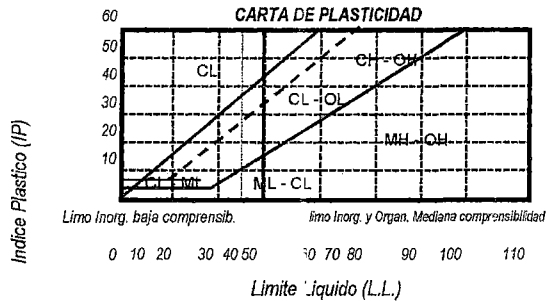
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO:	TESIS: "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"				PROGRESIVA:	50+300 - 47+920			
UBICACIÓN:	MEZCLA DE CANTERAS CCOCHACCASA - ACCHILLA PROPORCION DE 80% : 20%				FECHA:	JUNIO. DEL 2013			
CLIENTE:	CERAFIN RAMOS ROJAS - JESUS TORRES RAMOS				LADO:	DER - IZQ.			
ENSAYOS:	ESTANDAR DE CLASIFICACION				ESTRUCTURA:	BASE			
NORMAS:	ASTM D422 - D2218 - D854 - D4318 - D427 - D2437 / AASHTO T87				EFECTUADO:	R.S.Q.			
Tipo de Exploración	Calicata		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	ASTM D422 - D2216 - D2487 / AASHTO T87	TAMANO	TAMICES	PESO	% QUE	ESPECIF.
Nº de Exploración	C1				MALLA	ASTM	RETEN.	PASA	
Nº de Muestras	M1				75.000	3"	0.00	100.00	
Profundidad del Estrato (m)	0.00 - 1.50				50.000	2"	0.00	100.00	100 100
Angulo de Friccion Interna	--				37.500	1½"	253.00	95.87	95 100
Cohesion kg/cm3	--				25.000	1"	280.00	91.31	90 100
Peso Unitario Seco Suelto gr/cm3	1607.00				19.000	¾"	935.00	76.05	
Capacidad Portante kg/cm2	--				12.500	1/2"	942.00	60.69	
Peso Especifico Natural (y)	2.52				9.500	3/8"	677.00	65.01	
Desgaste de Material (Ensayo Los Angeles) %	--				4.750	Nº 4	621.00	54.88	30 65
Humedad Natural (w) %	14.07				2.000	Nº 10	666.07	44.01	
Límite Líquido (LL)	32.07				0.850	Nº 20	383.50	37.76	
Límite Plástico (LP)	25.37				0.425	Nº 40	296.03	32.93	15 35
Índice Plasticidad (IP)	6.71				0.250	Nº 60	296.03	28.10	
Porcentaje de Absorción	2.22				0.150	Nº 100	282.58	23.49	
Peso Unitario Seco Compacto	1763				0.075	Nº 200	262.39	19.21	5 20
CLASIFICACIÓN SUCS	GM				0.000	< 200	1177.40	0.00	0 0
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-2-4(0)				Peso Inic.	6130	3364.00		
Suelo formado por Grava arena limosa, mezcla de Grava arena y limo de color marron rojizo gravoso para base					D10 (mm)	0.04	Cu	182.66	
tierra de fundación Excelente a bueno					D30 (mm)	0.32	Cc	0.36	
bueno para sub base, base y Afirmado			D60 (mm)	7.11	I.G.				

DIAGRAMA DE FLUIDEZ

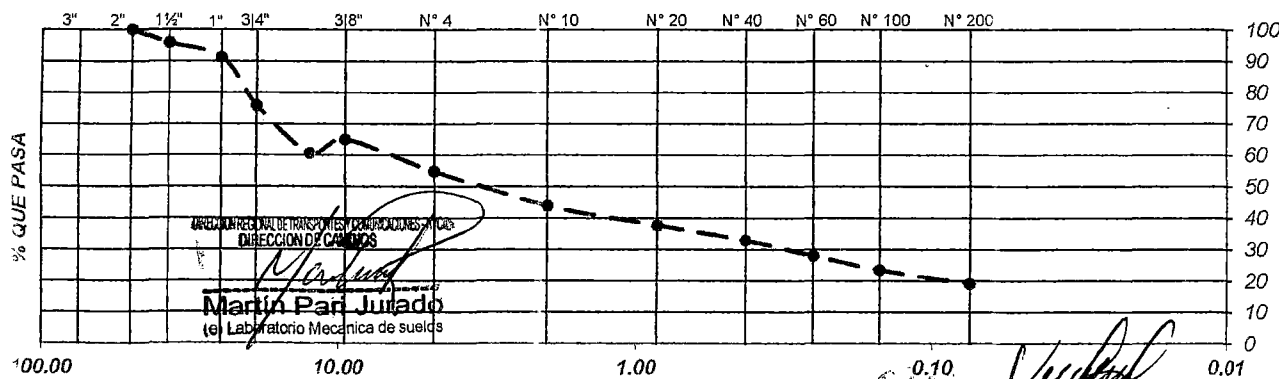


CARTA DE PLASTICIDAD



REPRESENTACION GRAFICA DEL ANALISIS

Tamaño de las mallas U.S. Standard





DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCION DE CAMINOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS
HUANCAVELICA



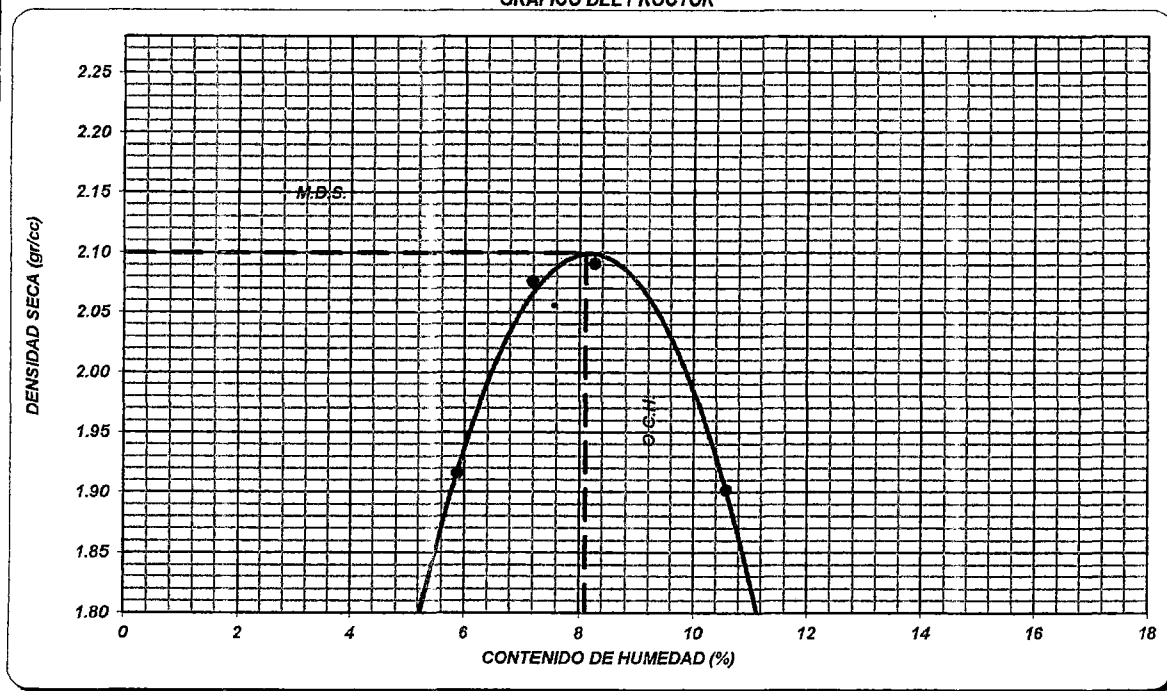
PROCTOR MODIFICADO

PROYECTO:	TESIS: "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"			FECHA:	JUNIO. DEL 2013
SOLICITADO:	CERAFIN RAMOS ROJAS - JESUS TORRES RAMOS			EFFECTUADO:	R.S.Q.
PROCEDENCIA:	MEZCLA DE CANTERAS CCOCHACCASA - ACCHILLA PROPORCION DE 80% : 20%			CALICATA:	C1
PROGRESIVA:	50+300 - 47+920			MUESTRA:	M1
LADO:	DER - IZQ.			PROFUND.:	0.00 - 1.50

METODO DE COMPACTACION : PROCTOR MODIFICADO AASHTO T-180 METODO - D

VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2087	PESO DEL MOLDE (gr) :	6596	MOLDE Nro.	
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	
PESO SUELO + MOLDE	10985	11320	10830	11240	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4389	4724	4234	4644	
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	2.103	2.264	2.029	2.225	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE Nro.	2	22	6	8	
PESO SUELO HUMEDO + TARA	150.00	165.00	160.00	185.00	
PESO SUELOS SECO + TARA	139.00	155.00	153.00	175.00	
PESO DE LA TARA	35.00	33.93	34.00	36.00	
PESO DE AGUA	11.00	10.00	7.00	10.00	
PESO DE SUELO SECO	104.00	121.07	119.00	139.00	
CONTENIDO DE AGUA	10.58	8.26	5.88	7.19	
% PROMEDIO DE AGUA	10.58	8.26	5.88	7.19	
PESO VOLUMETRICO SECO	1.90	2.09	1.92	2.08	
DENSIDAD MAXIMA SECA	2.10	gr/cc.	HUMEDAD OPTIMA	8.10	%

GRAFICO DEL PROCTOR



Jr. Francisco de Angulo N° 410 - Santa Ana-Huancavelica - Telefax N° 067-452873

DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - HUANCAVELICA
DIRECCION DE CAMINOS
Martin Pani Jurado
(e) Laboratorio Mecanica de suelos



Victor Hugo Lucana Meza
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 127629



DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCION DE CAMINOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS
HUANCAVELICA

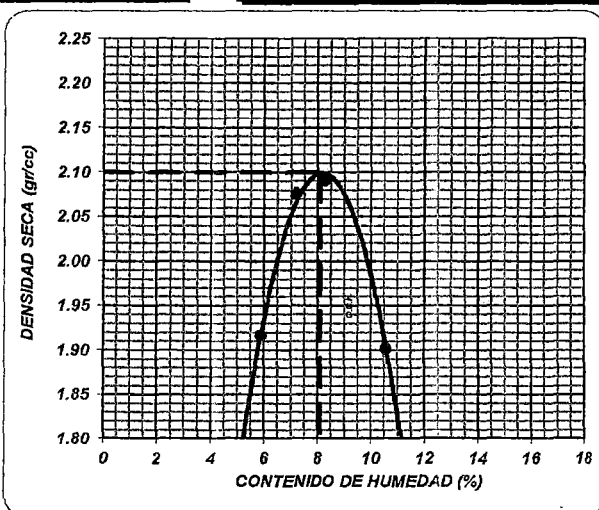
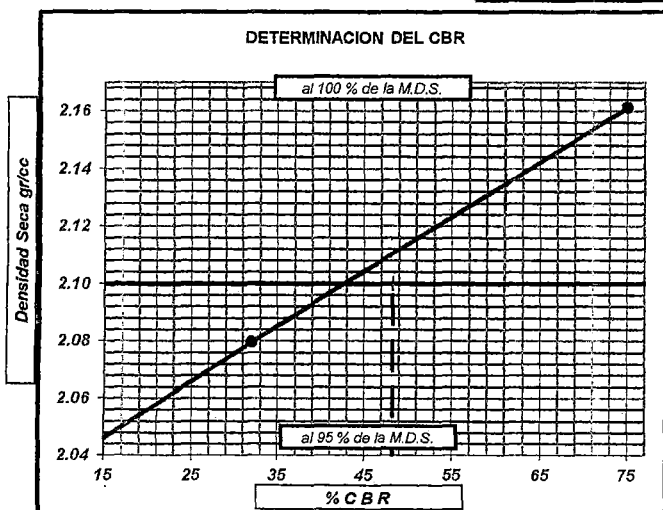
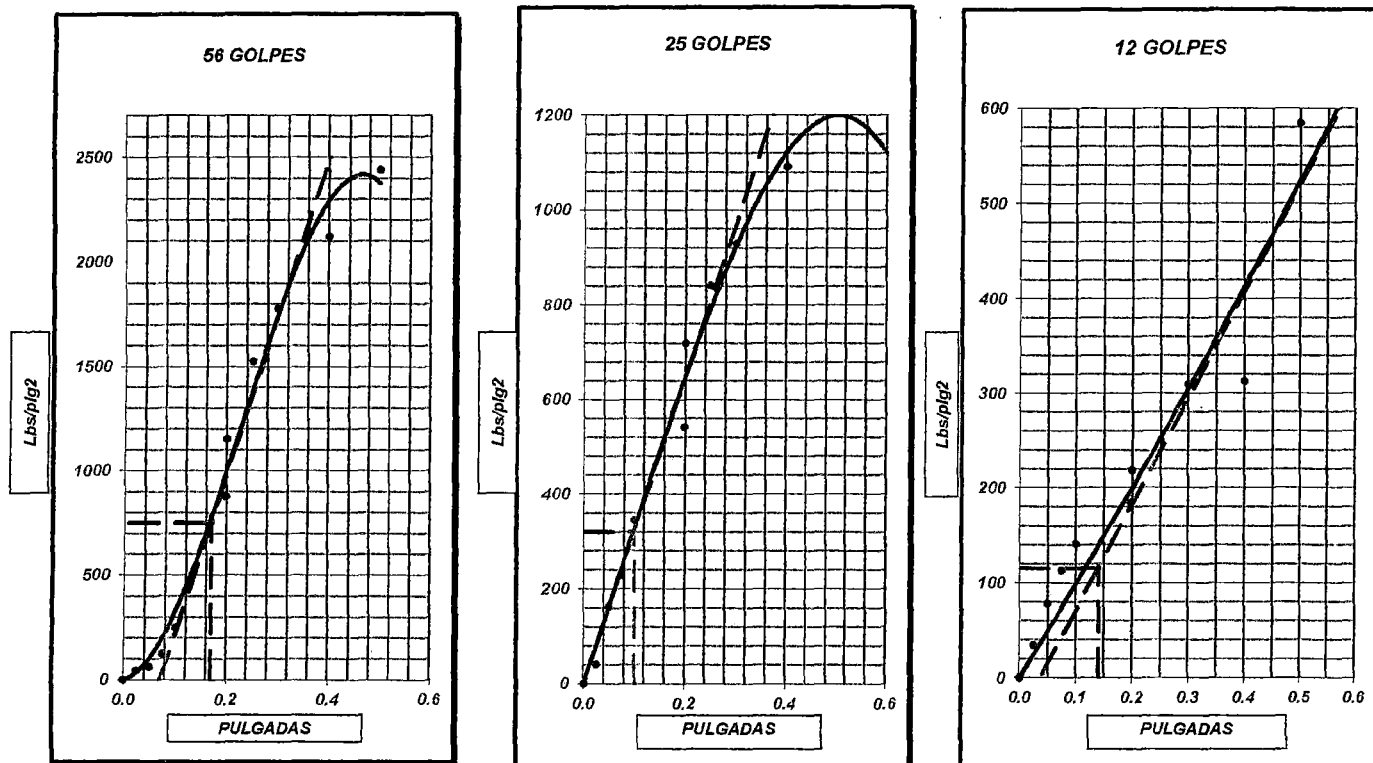


C.B.R

ASTM D-1883

PROYECTO:	TESIS: "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"	FECHA:	JUNIO. DEL 2013
SOLICITADO POR:	CERAFIN RAMOS ROJAS - JESUS TORRES RAMOS	CALICATA:	C1
UBICACIÓN:	MEZCLA DE CANTERAS CCOCHACCASA - ACCHILLA PROPORCION DE 80% : 20%	MUESTRA:	M1
PROGRESIVA:	50+300 - 47+920	PROFUND.:	0.00 - 1.50

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



VALORES DEL CBR		
CBR AL 100%	0.1"	= 48.25 %
CBR AL 95%	0.1"	= 16.50 %
Expansion		= 0.30 %

DATOS DEL PROCTOR	
DENSIDAD SECA al 100%	= 2.10 gr/cc.
DENSIDAD SECA al 95%	= 2.00 gr/cc.
OPTIMO DE HUMEDAD	= 8.1 %

DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - Huancavelica
Jr. DERECHOS DE CAMINOS N° 410 - Santa Ana-Huancavelica - Tel: 052 452873

Victor Hugo Llacana Meza



DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCION DE CAMINOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS
HUANCABELICA

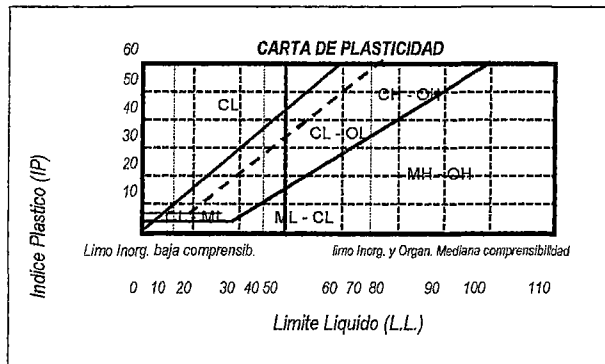
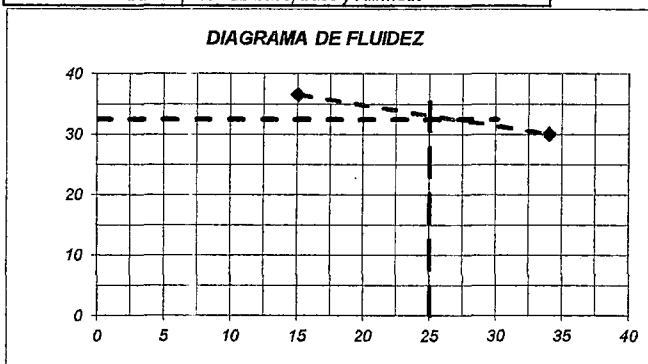


ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

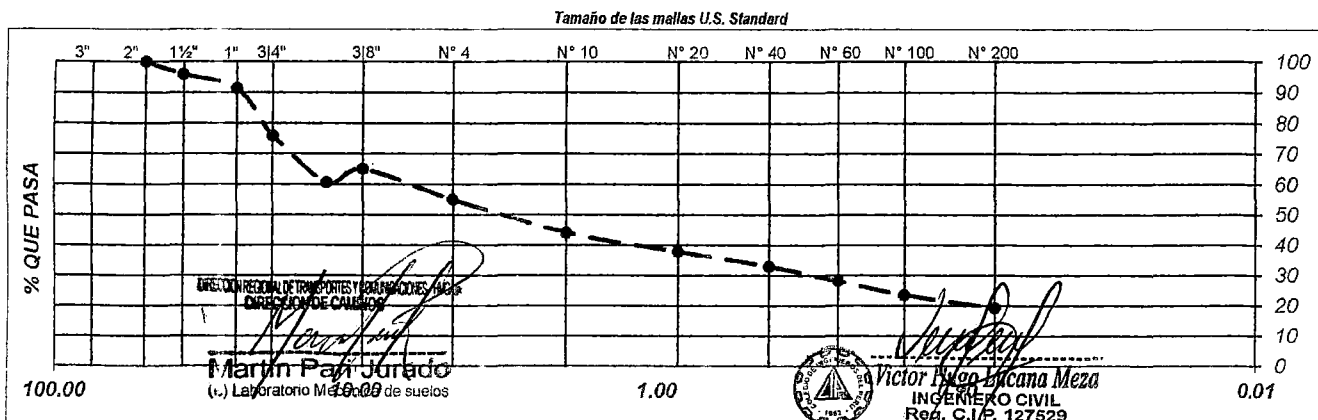
PROYECTO:	TESIS: "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"	PROGRESIVA:	50+300 - 47+920
UBICACIÓN:	MEZCLA DE CANTERAS CCOCHACCASA - ACCHILLA PROPORCION DE 75% : 25%	FECHA:	JUNIO. DEL 2013
CLIENTE:	CERAFIN RAMOS ROJAS - JESUS TORRES RAMOS	LADO:	DER - IZQ.
ENSAYOS:	ESTANDAR DE CLASIFICACION	ESTRUCTURA:	BASE
NORMAS:	ASTM D422 - D2218 - D854 - D4318 - D427 - D2437 / AASHTO T87	EFFECTUADO:	R.S.Q.

Tipo de Exploración	Calicata
Nº de Exploración	C1
Nº de Muestras	M1
Profundidad del Estrato (m)	0.00 - 1.50
Angulo de Fricción Interna	--
Cohesion kg/cm3	--
Peso Unitario Seco Suelto gr/cm3	1607.00
Capacidad Portante kg/cm2	--
Peso Específico Natural (y)	2.61
Desgaste de Material (Ensayo Los Angeles) %	--
Humedad Natural (w) %	14.07
Límite Líquido (LL)	32.55
Límite Plástico (LP)	25.32
Índice Plasticidad (IP)	7.22
Porcentaje de Absorción	2.22
Peso Unitario Seco Compacto	1763
CLASIFICACIÓN SUCS	GM
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-2-4(0)
Suelo formado por Grava arena limosa, mezcla de Grava arena y limo de color marron rojizo gravoso para base tierra de fundación Excelente a bueno bueno para sub base, base y Afirmado	

TAMANO MALLA	TAMICES ASTM	PESO RETEN.	% QUE PASA	ESPECIF.	
75.000	3"	0.00	100.00		
50.000	2"	0.00	100.00	100	100
37.500	1½"	253.00	95.87	95	100
25.000	1"	280.00	91.31	90	100
19.000	¾"	936.00	76.04		
12.500	½"	939.00	60.72		
9.500	⅜"	676.00	65.01		
4.750	Nº 4	611.00	55.04	30	65
2.000	Nº 10	668.05	44.14		
0.850	Nº 20	384.64	37.87		
0.425	Nº 40	296.91	33.02	15	35
0.250	Nº 60	296.91	28.18		
0.150	Nº 100	283.42	23.56		
0.075	Nº 200	263.17	19.26	5	20
0.000	< 200	1180.90	0.00	0	0
Peso Inic.	6130	3374.00			
D10 (mm)	0.04	Cu	182.66		
D30 (mm)	0.32	Cc	0.36		
D60 (mm)	7.11	I.G.			



REPRESENTACION GRAFICA DEL ANALISIS





DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCION DE CAMINOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS
HUANCAMELICA



PROCTOR MODIFICADO

PROYECTO:	TESIS: "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"	FECHA:	JUNIO, DEL 2013
SOLICITADO:	CERAFIN RAMOS ROJAS - JESUS TORRES RAMOS	EFECTUADO:	R.S.Q.
PROCEDENCIA:	MEZCLA DE CANTERAS CCOCHACCASA - ACCHILLA PROPORCION DE 75% : 25%	CALICATA:	C1
PROGRESIVA:	50+300 - 47+920	MUESTRA:	M1
LADO:	DER - IZQ.	PROFUND.:	0.00 - 1.50

METODO DE COMPACTACION : PROCTOR MODIFICADO AASHTO T-180 METODO - D

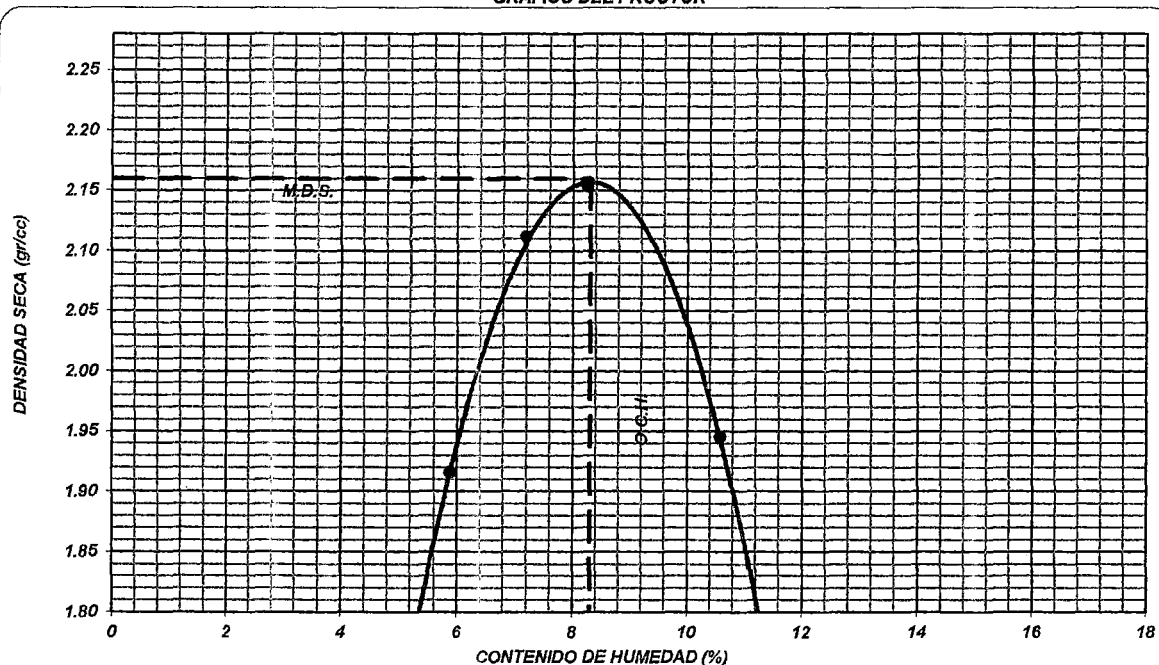
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2087	PESO DEL MOLDE (gr) :	6596	MOLDE Nro.	
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	
PESO SUELO + MOLDE	11085	11461	10830	11320	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4489	4865	4234	4724	
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	2.151	2.331	2.029	2.264	

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE Nro.	2	22	6	8
PESO SUELO HUMEDO + TARA	150.00	165.00	160.00	185.00
PESO SUELOS SECO + TARA	139.00	155.00	153.00	175.00
PESO DE LA TARA	35.00	33.93	34.00	36.00
PESO DE AGUA	11.00	10.00	7.00	10.00
PESO DE SUELO SECO	104.00	121.07	119.00	139.00
CONTENIDO DE AGUA	10.58	8.26	5.88	7.19
% PROMEDIO DE AGUA	10.58	8.26	5.88	7.19
PESO VOLUMETRICO SECO	1.95	2.15	1.92	2.11

DENSIDAD MAXIMA SECA	2.16 gr/cc.	HUMEDAD OPTIMA	8.30 %
----------------------	-------------	----------------	--------

GRAFICO DEL PROCTOR



Jr. Francisco de Angulo N° 410 - Santa Ana-Huancavelica - Telefax N° 067-452873

DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCION DE CAMINOS
Marín Pani Jurise
(e) Laboratorio Mecánica de Suelos



Victor Hugo Lucana Meza
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 127529



DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCION DE CAMINOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS
HUANCAVELICA

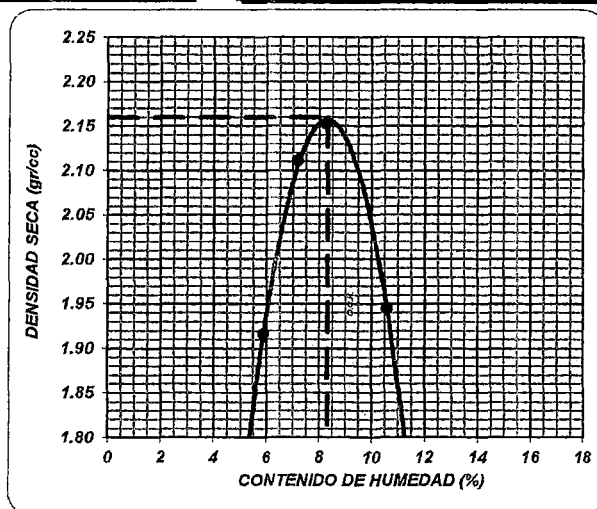
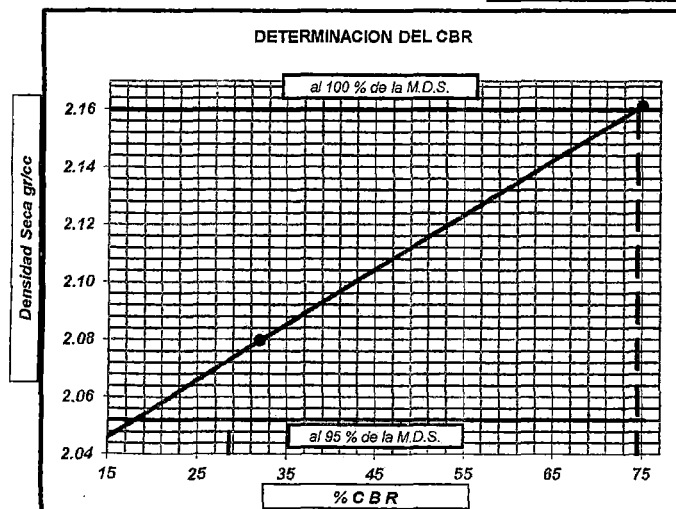
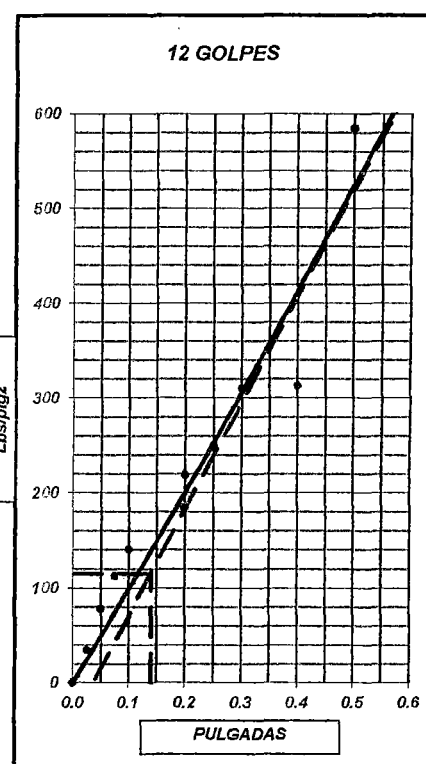
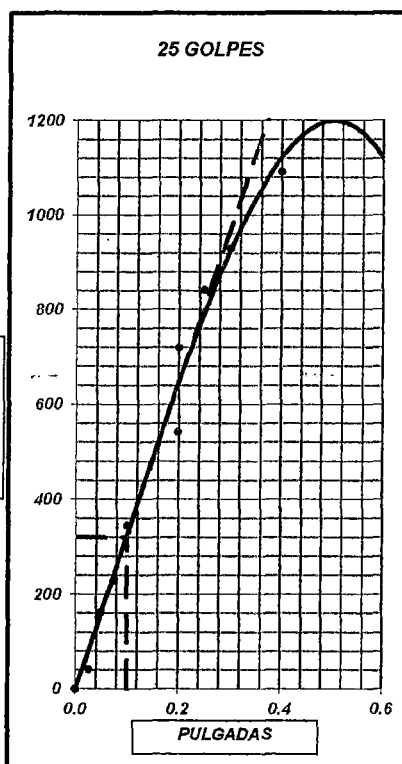
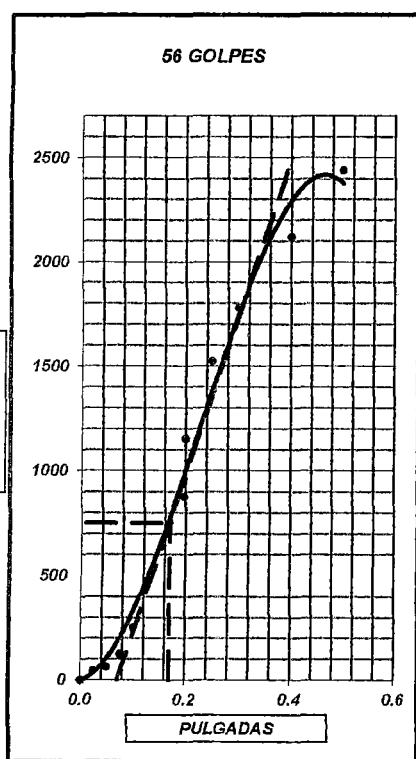


C.B.R

ASTM D-1983

PROYECTO:	TESIS: "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"	FECHA:	JUNIO. DEL 2013
SOLICITADO POR:	CERAFIN RAMOS ROJAS - JESUS TORRES RAMOS	CALICATA:	C1
UBICACIÓN:	MEZCLA DE CANTERAS CCOCHACCASA - ACCHILLA PROPORCION DE 75% : 25%	MUESTRA:	M1
PROGRESIVA:	50+300 - 47+920	PROFUND.:	0.00 - 1.50

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



VALORES DEL CBR		
CBR AL 100%	0.1"	= 74.50 %
CBR AL 95%	0.1"	= 28.50 %
Expansion		= 0.30 %

DATOS DEL PROCTOR		
DENSIDAD SECA al 100%	=	2.16 gr./cc.
DENSIDAD SECA al 95%	=	2.05 gr./cc.
OPTIMO DE HUMEDAD	=	8.3 %



Victor Hugo Lacana Meza
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 127629



DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCION DE CAMINOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS
HUANCVELICA



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

PROYECTO:	TESIS: "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"	PROGRESIVA:	50+300 - 47+920
UBICACIÓN:	MEZCLA DE CANTERAS CCOCHACCASA - ACCHILLA PROPORCION DE 70% : 30%	FECHA:	JUNIO. DEL 2013
CLIENTE:	CERAFIN RAMOS ROJAS - JESUS TORRES RAMOS	LADO:	DER - IZQ.
ENSAYOS:	ESTANDAR DE CLASIFICACION	ESTRUCTURA:	BASE
NORMAS:	ASTM D422 - D2218 - D854 - D4318 - D427 - D2437 / AASHTO T87	EFECTUADO:	R.S.Q.

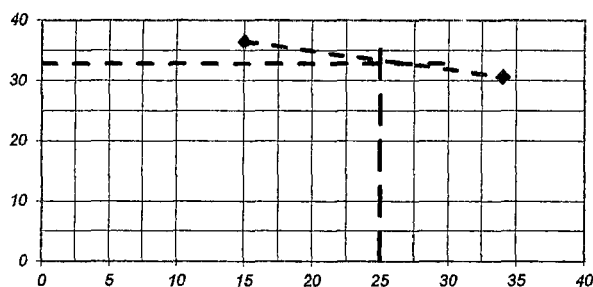
Tipo de Exploración	Calicata
Nº de Exploración	C1
Nº de Muestras	M2
Profundidad del Estrato (m)	0.00 - 1.50
Angulo de Friccion Interna	--
Cohesion kg/cm3	--
Peso Unitario Seco Suelto gr/cm3	1607.00
Capacidad Portante kg/cm2	--
Peso Especifico Natural (y)	2.61
Desgaste de Material (Ensayo Los Angeles) %	--
Humedad Natural (w) %	14.07
Límite Líquido (LL)	32.83
Límite Plástico (LP)	25.28
Índice Plasticidad (IP)	7.55
Porcentaje de Absorción	2.22
Peso Unitario Seco Compacto	1763
CLASIFICACIÓN SUCS	GM
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-2-4(0)
Suelo formado por Grava arena limosa, mezcla de Grava arena y limo de color marron rojizo gravoso para base tierra de fundación Excelente a bueno bueno para sub base, base y Afirmado	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

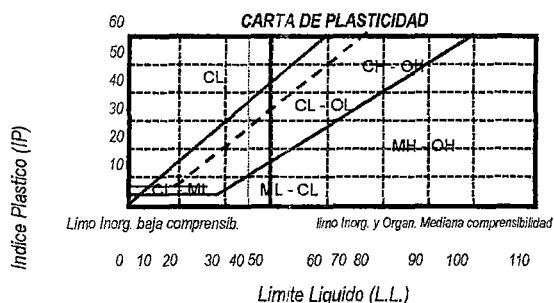
ASTM D422 - D2218 - D854 - D4318 - D427 - D2437 / AASHTO T87

TAMANO	TAMICES	PESO	% QUE	ESPECIF.	
MALLA	ASTM	RETEN.	PASA		
75.000	3"	0.00	100.00		
50.000	2"	0.00	100.00	100	100
37.500	1½"	252.00	95.89	95	100
25.000	1"	281.00	91.31	90	100
19.000	¾"	937.00	76.02		
12.500	½"	939.00	60.70		
9.500	⅜"	676.00	64.99		
4.750	Nº 4	611.00	55.02	30	65
2.000	Nº 10	667.85	44.13		
0.850	Nº 20	384.52	37.86		
0.425	Nº 40	296.82	33.01	15	35
0.250	Nº 60	296.82	28.17		
0.150	Nº 100	283.33	23.55		
0.075	Nº 200	263.09	19.26	5	20
0.000	< 200	1180.55	0.00	0	0
Peso Inic.		6130	3373.00		
D10 (mm)		0.04	Cu	182.66	
D30 (mm)		0.32	Cc	0.36	
D60 (mm)		7.11	I.G.		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ

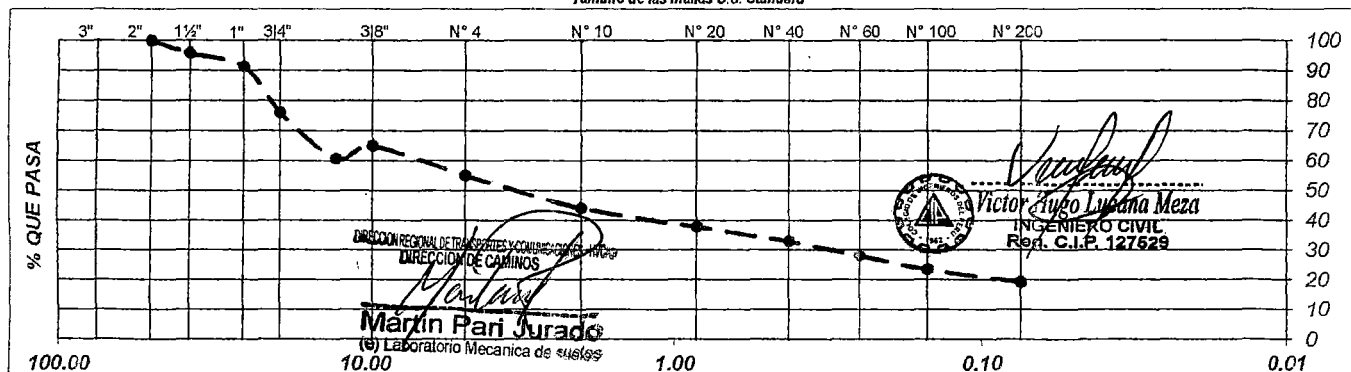


CARTA DE PLASTICIDAD



REPRESENTACION GRAFICA DEL ANALISIS

Tamaño de las mallas U.S. Standard





DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCION DE CAMINOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS
HUANCAMELICA



PROCTOR MODIFICADO

PROYECTO:	TESIS: "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"	FECHA:	JUNIO. DEL 2013
SOLICITADO:	CERAFIN RAMOS ROJAS - JESUS TORRES RAMOS	EFFECTUADO:	R.S.Q.
PROCEDENCIA:	MEZCLA DE CANTERAS CCOCHACCASA - ACCHILLA PROPORCION DE 70% : 30%	CALICATA:	C1
PROGRESIVA:	50+300 - 47+920	MUESTRA:	M2
LADO:	DER - IZQ.	PROFUND.:	0.00 - 1.50

METODO DE COMPACTACION : PROCTOR MODIFICADO AASHTO T-180 METODO - D

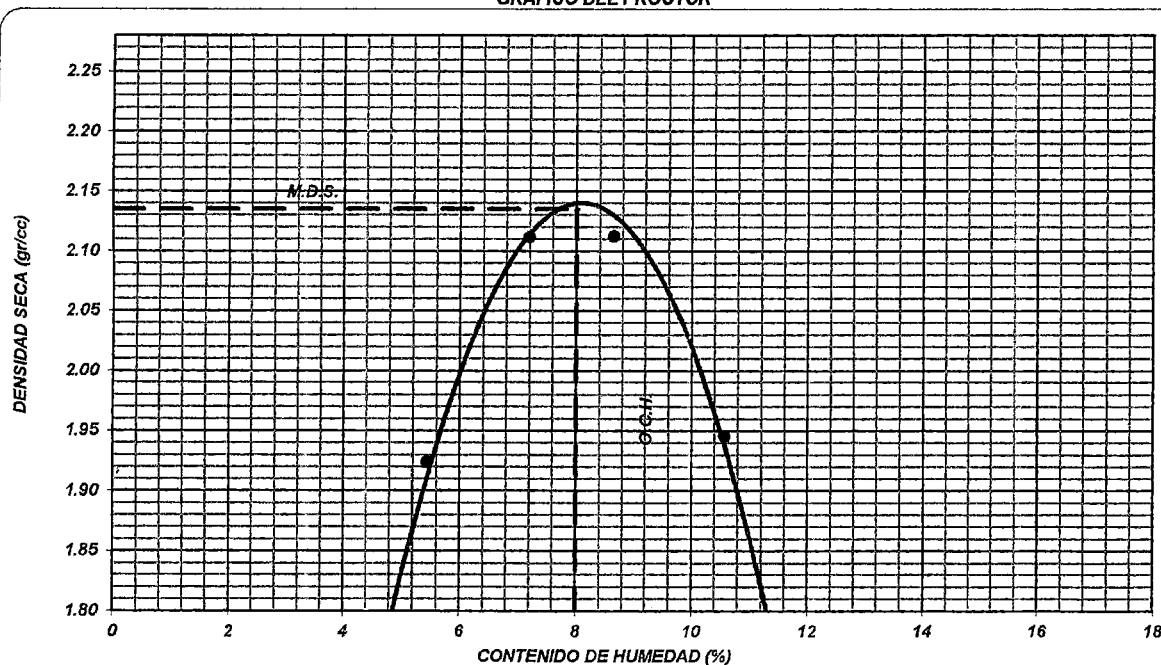
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2087	PESO DEL MOLDE (gr) :	6596	MOLDE Nro.	
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	
PESO SUELO + MOLDE	11085	11461	10830	11320	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4490	4790	4234	4724	
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	2.151	2.295	2.029	2.264	

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE Nro.	2	22	6	8
PESO SUELO HUMEDO + TARA	150.00	165.00	160.00	185.00
PESO SUELOS SECO + TARA	139.00	154.50	153.50	175.00
PESO DE LA TARA	35.00	33.00	34.00	36.00
PESO DE AGUA	11.00	10.50	6.50	10.00
PESO DE SUELO SECO	104.00	121.50	119.50	139.00
CONTENIDO DE AGUA	10.58	8.64	5.44	7.19
% PROMEDIO DE AGUA	10.58	8.64	5.44	7.19
PESO VOLUMETRICO SECO	1.95	2.11	1.92	2.11

DENSIDAD MAXIMA SECA	2.11	gr/cc.	HUMEDAD OPTIMA	8.00	%
----------------------	------	--------	----------------	------	---

GRAFICO DEL PROCTOR



Jr. Francisco de Angulo N° 410 - Santa Ana-Huancavelica - Telefax N° 067-452873

DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - HUACA
DIRECCION DE CAMINOS
Martin Pari Jurado
Martin Pari Jurado
(e) Laboratorio Mecanica de Suelos



Victor Hugo Lucana Meza
Victor Hugo Lucana Meza
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 127629



DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
DIRECCION DE CAMINOS
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - PAVIMENTOS
HUANCAVELICA

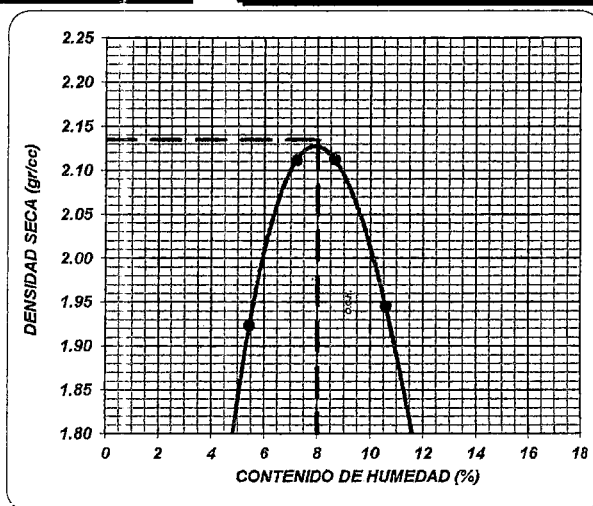
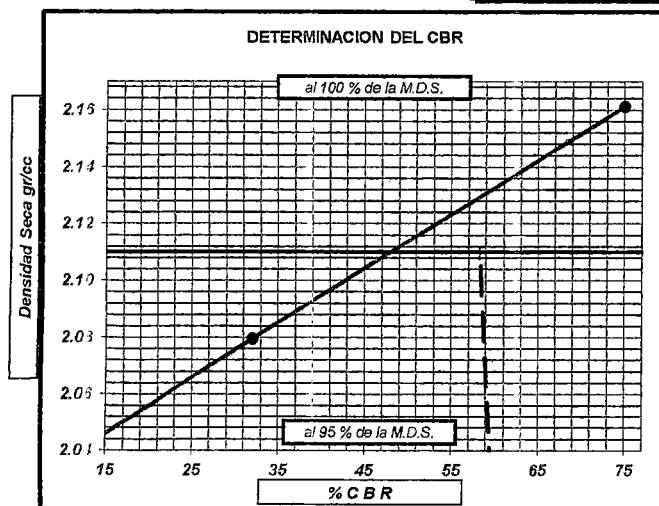
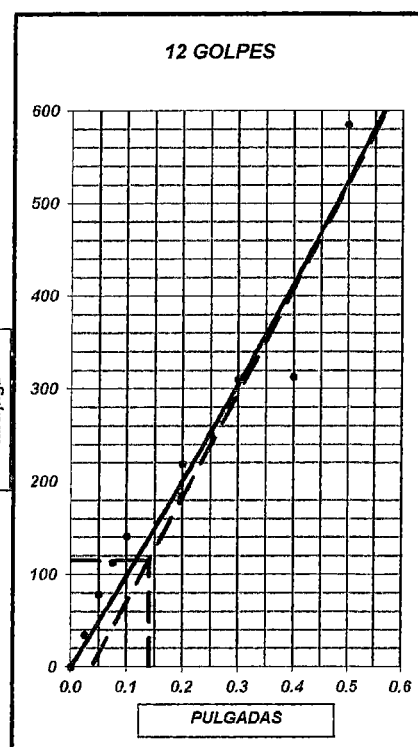
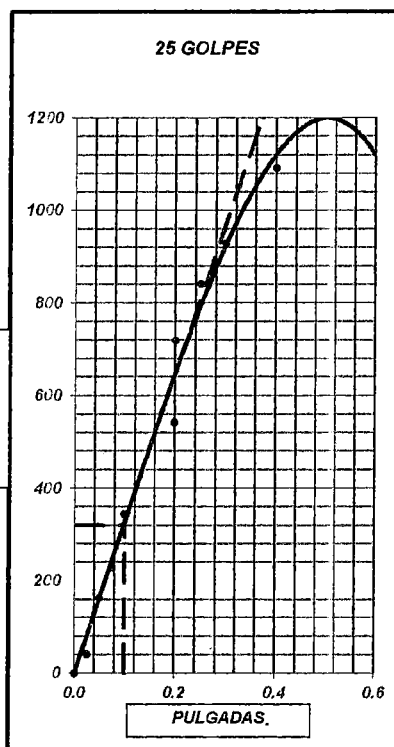
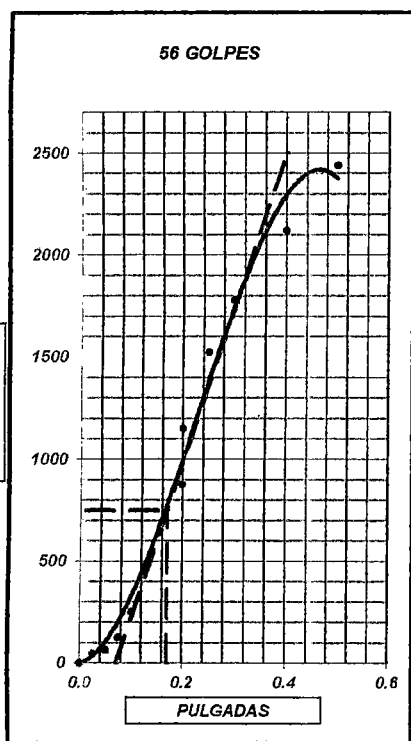


C.B.R

ASTM D-1883

PROYECTO:	TESIS: "ESTUDIO DEL RELAVE MINERO DE LA MINA ACCHILLA DEL DISTRITO DE CCOCHACCASA COMO ESTABILIZANTE PARA CARRETERAS DE TERCER ORDEN A NIVEL DE BASE"	FECHA:	JUNIO. DEL 2013
SOLICITADO POR:	CERAFIN RAMOS ROJAS - JESUS TORRES RAMOS	CALICATA:	C1
UBICACIÓN:	MEZCLA DE CANTERAS CCOCHACCASA - ACCHILLA PROPORCION DE 70% : 30%	MUESTRA:	M2
PROGRESIVA:	50+300 - 47+920	PROFUND.:	0.00 - 1.50

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



VALORES DEL CBR		
CBR AL 100%	0.1"	= 58.25 %
CBR AL 95%	0.1"	= 21.50 %
Expansion		= 0.30 %

DATOS DEL PROCTOR		
DENSIDAD SECA al 100%	=	2.11 gr./cc.
DENSIDAD SECA al 95%	=	2.00 gr./cc.
OPTIMO DE HUMEDAD	=	8.0 %

PLANOS