

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“EVALUACIÓN DE CANTERAS PARA REALIZAR LA
CONSTRUCCIÓN DE TROCHA CARROZABLE A NIVEL
DE AFIRMADO CAMPO ALEGRE - PEÑA BLANCA,
DISTRITO DE NAMORA, PROVINCIA DE CAJAMARCA”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

CARLOS FERNANDO PASTOR BAZÁN

ASESOR:

Ing. ALEJANDRO CUBAS BECERRA

CAJAMARCA - PERU 2013



DEDICATORIA

A DIOS Y A LA VIRGEN MARÍA:

Porque son mi mayor sentido para vivir y el fin último que espero alcanzar con su amor y bendiciones.

A MIS PADRES:

JOSÉ FERNANDO PASTOR NEGRÓN Y MARIA ESTELA BAZÁN MERCADO, a quienes amo con todo mi corazón porque representan la más grande manifestación del amor de Dios en mi vida. No estaría escalando otro peldaño en este camino de no ser por ellos.

A MIS HERMANOS:

SANDRA, YAHAIRA, las que nunca me permitirán decir que estoy solo y quienes sin imaginárselo son mis padres, mis mejores amigos y mis hijos.

A MI ESPOSA:

Que con su constante apoyo me acompañó en la culminación de este proyecto. Y para ella mi amor, admiración, respeto y cariño que siempre permanecerá.

CARLOS FERNANDO



AGRADECIMIENTO

- A los Asesores Ing. Alejandro Cubas Becerra, Ing. Miguel Mosqueira Moreno por su orientación y colaboración desinteresada en la realización de la presente tesis.

- A la Universidad Nacional de Cajamarca, a la Facultad de Ingeniería, a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil y a cada uno de los catedráticos que impartieron sus enseñanzas durante mi paso por esta Alma Mater.

EL AUTOR



ÍNDICE GENERAL

| Contenido | Página. |
|--|----------------|
| CAPÍTULO I – MARCO TEÓRICO | |
| 1.1 Antecedentes..... | 1 |
| 1.2 Bases teóricas..... | 2 |
| 1.3 Definición de términos básicos..... | 3 |
| CAPÍTULO II – MATERIALES Y METODO | |
| 2.1 Características Generales..... | 24 |
| 2.1.1 Ubicación..... | 24 |
| 2.1.2 Límites..... | 26 |
| 2.1.3 Extensión..... | 27 |
| 2.1.4 Topografía..... | 27 |
| 2.1.5 Altitud..... | 27 |
| 2.1.6 Temperatura..... | 27 |
| 2.1.7 Pluviosidad..... | 27 |
| 2.1.8 Accesibilidad..... | 28 |
| 2.2 Tiempo en que se realizó la investigación..... | 28 |
| 2.3 Material Experimental..... | 28 |
| 2.4 Otros materiales..... | 29 |
| 2.5 Evaluaciones realizadas..... | 31 |
| 2.6 Procedimiento..... | 32 |
| 2.6.1 Ensayo de compactación..... | 32 |



| | |
|---|----|
| 2.6.2 Abrasión..... | 33 |
| 2.6.3 Ensayo de california bearing ratio (CBR)..... | 34 |

CAPÍTULO III –DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y ALTERNATIVAS

| | |
|--|----|
| 3.1 Resultados..... | 36 |
| 3.2 Resumen..... | 49 |
| 3.3 Características del pavimento..... | 50 |
| 3.4 Obras de arte..... | 51 |
| 3.5 Señalización..... | 51 |

CAPÍTULO IV – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | |
|-------------------|----|
| Conclusiones..... | 52 |
| Conclusiones..... | 53 |

CAPÍTULO V – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

| | |
|-------------------|----|
| Bibliografía..... | 54 |
|-------------------|----|

CAPÍTULO V – ANEXOS

| | |
|-------------|----|
| Anexos..... | 57 |
|-------------|----|



ÍNDICE FIGURAS

| Figuras | Página. |
|--|----------------|
| CAPÍTULO I – MARCO TEÓRICO | |
| Figura 1. Características de los suelos según sus índices de plasticidad..... | 10 |
| Figura 2. Valores correspondientes a la muestra patrón..... | 12 |
| Figura 3. Carga abrasiva para máquina de los ángeles..... | 13 |
| Figura 4. Granulometría de la muestra de agregado para ensayo..... | 14 |
| Figura 5. Clasificación e identificación de suelos..... | 16 |
| Figura 6. Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS)..... | 18 |
| Figura 7. Carta de plasticidad para clasificación de suelos de partículas finas en el laboratorio..... | 19 |
| Figura 8. Porcentaje de desgaste para evaluar los resultados del ensayo de los ángeles..... | 20 |
| CAPÍTULO II – MATERIALES Y METODO | |
| Figura 9. Ubicación..... | 25 |
| Figura 10. Ubicación..... | 26 |
| Figura 11. Moldes..... | 29 |
| Figura 12. Máquina de los ángeles..... | 30 |
| Figura 13. Tamices..... | 31 |



Figura 14 Curva de compactación proctor estándar modificado y curva de saturación..... 33

Figura 15. Gráfico de C.B.R..... 35

CAPÍTULO III – DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Figura 16. CRB cantera campo alegre..... 37

Figura 17. Ensayo de carga y penetración..... 38

Figura 18. CBR de diseño cantera campo alegre.....
39

Figura 19. Ensayo de abrasión cantera campo alegre..... 40

Figura 20. Análisis granulométrico..... 41

Figura 21. Límites de consistencia..... 41

Figura 22. Curva granulométrica..... 41

Figura 23. Numero de golpes..... 41

Figura 24. Contenido natural de humedad..... 41

Figura 25. Clasificación de suelos por los sistemas SUCS y AASHTO..... 41

Figura 26. Peso específico..... 41

Figura 27. Peso específico de arena y grava..... 41

Figura 28. Peso específico de piedra..... 41

Figura 29. Proctor de cantera campo alegre..... 42

Figura 30. CBR cantera peña blanca..... 43



| | |
|--|----|
| Figura 31. Ensayo carga penetración cantera peña blanca..... | 44 |
| Figura 32. CBR cantera de diseño cantera peña blanca..... | 45 |
| Figura 33. Ensayo de abrasión cantera peña blanca..... | 46 |
| Figura 34. Análisis granulométrico..... | 47 |
| Figura 35. Límites de consistencia..... | 47 |
| Figura 36. Curva granulométrica..... | 47 |
| Figura 37. Número de golpes..... | 47 |
| Figura 38. Contenido natural de humedad..... | 47 |
| Figura 39. Clasificación de suelos por los sistemas SUCS y AASHTO..... | 47 |
| Figura 40. Peso específico..... | 47 |
| Figura 41. Peso específico de arena y grava..... | 47 |
| Figura 42. Peso específico de piedra..... | 47 |
| Figura 43. Proctor de cantera peña blanca..... | 48 |
| Figura 44. Resultado de suelo más representativo..... | 49 |
| Figura 45. Resultado de canteras..... | 50 |

CAPÍTULO VI – ANEXOS

| | |
|---|----|
| Figura 46. Objetivos principales de una E.I.E. de carreteras..... | 60 |
| Figura 47. Panel fotográfico..... | 62 |
| Figura 48 Panel fotográfico..... | 62 |
| Figura 49 Panel fotográfico..... | 63 |
| Figura 50 Panel fotográfico..... | 63 |
| Figura 51 Panel fotográfico..... | 64 |



RESUMEN

La presente Tesis ha tenido como principal objetivo, conocer las características físico mecánicas del material de afirmado de las canteras Campo Alegre y Peña Blanca, que será empleado en la capa de rodadura de la Trocha Carrozable. Las canteras en estudio se encuentran ubicadas en el departamento y provincia de Cajamarca, distrito de Namora. Después de obtener nuestra subrasante y geología de los terrenos, se procedió a realizar 05 calicatas una por cada kilómetro y al mismo tiempo se extrajo material de las canteras y se realizaron los estudios análisis respectivos. Se determinó que el suelo más representativo es el **A-7-5 (20), ML**, cuyo **C.B.R es 3.62%**, con dicho resultado se calculó el espesor de pavimento y se obtuvo un valor de **0.30 m**, que comparando con el **C.B.R 45.10% y 48.00%** de las canteras, nos muestra que el material es adecuado para poder usarse como afirmado. Los valores de las propiedades físico mecánicas de las canteras obtenidos en el laboratorio, cumplen con las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG – 2000, Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción para un material de afirmado, por lo tanto el material proveniente de la cantera Campo Alegre y Peña Blanca es recomendable para ser empleado en la capa de rodadura como material de afirmado.



ABSTRACT

This thesis has had as its main objective, meet the physical-mechanical characteristics of said material from quarries Campo Alegre and Peña Blanca, which will be used in the surface layer of the dirt road. The study quarries are located in the department and province of Cajamarca, Namora district. After getting our subgrade and geology of the land, proceeded to make 05 pits one per kilometer while material was extracted from quarries and analysis were performed respective studies. It was determined that the most representative soil is A-7-5 (20), ML, whose CBR is 3.62%, with this result we calculated the thickness of pavement and obtained a value of 0.30 m, which compared to the CBR 45.10 % and 48.00% of the quarries, shows that the material is suitable to be used as stated. The values of the physical-mechanical properties of the quarries obtained in the laboratory, meets the General Technical Specifications for Construction of Roads EG - 2000, Ministry of Transport, Communications, Housing and Construction for said item, so the material from Campo Alegre quarry and Peña Blanca is recommended for use in the surface layer as claimed material.



1. INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

Una comunidad para poder desarrollarse , necesita evolucionar sus medios de producción, de los cuales uno de los más importantes, lo constituyen las vías de comunicación terrestre, sean estos caminos de herradura, o como en nuestro caso camino no pavimentado de bajo volumen de tránsito, los cuales permiten el transporte, tanto de pasajeros, que constituyen los agentes productivos, el transporte de insumos para la producción, así como el transporte de la producción misma, desde los lugares de origen hasta los centros de acopio o consumo; razón por la cual las vías de comunicación terrestre se convierten en fundamentales sistemas de integración económica, social, cultural, y política para el desarrollo de los pueblos.

En la actualidad se cuenta con información limitada, de materiales de canteras, que existen en Cajamarca; sin embargo se hace uso de los agregados sin tener en cuenta muchas veces sus propiedades físicas y mecánicas, las mismas que determinan el comportamiento del material en las diferentes obras de construcción de carreteras a nivel de afirmado. Este estudio somero servirá de referencia inicial para determinar el uso más adecuado y racional en el campo de la industria de la construcción de los agregados de la cantera en estudio.



Este tipo de investigación se está realizando porque de esta manera se podrá conocer las propiedades físicas mecánicas de las canteras y saber si son apropiadas para ser empleadas como material de afirmado.

En tal sentido se realizó la evaluación de canteras para realizar la construcción de trocha carrozable a nivel de afirmado Campo Alegre – Peña Blanca, distrito de Namora, provincia de Cajamarca - Cajamarca, para lo cual se realizó el estudio de suelos, que permitió conocer las características físico mecánicas del material de las canteras, que se empleará en la capa de rodadura de la Trocha Carrozable.



TITULO:

**“EVALUACION DE CANTERAS PARA REALIZAR LA CONSTRUCCION DE
TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE AFIRMADO CAMPO ALEGRE –
PEÑA BLANCA, DISTRITO DE NAMORA, PROVINCIA DE CAJAMARCA -
CAJAMARCA”**

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Uno de los factores importantes en la construcción de trochas carrozables, es la conformación de la capa de rodadura a nivel de afirmado, ya que en dichas obras, el tipo de afirmado y sus características físicas, determinan el tiempo de vida de dicha obra, ya que en muchos lugares y obras de esta envergadura, se tiene que colocar un afirmado que tengan buenas características y propiedades físicas.

En la ejecución de este tipo de obras, se carece de una evaluación de cantera, ya sea por el motivo de ahorrar en el estudio de las características del tipo de material u por el desconocimiento de los pobladores, que al momento de tender el material en la capa de rodadura, se coloca sin haber realizado una evaluación a dichas canteras a utilizar.



En estos tipos proyectos como son las Aperturas, Mejoramiento de Trochas Carrozables a nivel de Afirmado, es de suma importancia, realizar una evaluación de las canteras, de las cuales se va abastecer el material para colocar en la capa de rodadura, ya que depende mucho de las características del material, el tiempo de vida para el cual fue diseñado el Afirmado, de esta manera se podrá justificar la inversión realizada en el mejoramiento de dichas trochas, ya que al mejorar las vías de comunicación, los pobladores o beneficiarios podrán mejorar su calidad de vida, al poder comercializar sus productos y animales, en menor tiempo.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

- a) ¿Cómo influye la “EVALUACION DE CANTERAS PARA REALIZAR LA CONSTRUCCION DE TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE AFIRMADO CAMPO ALEGRE – PEÑA BLANCA, DISTRITO DE NAMORA, PROVINCIA DE CAJAMARCA – CAJAMARCA”?

1.3. JUSTIFICACIÓN

La Evaluación de canteras, se justifica porque se podrá verificar el tipo de material que se va a emplear en la capa de rodadura, y de esta manera beneficiara en forma económica y social a los centros poblados de Campo



Alegre y Peña Blanca, se presentará en un aumento en el flujo comercial de sus productos, y mayor seguridad en el transporte.

Se considera la necesidad de los pobladores de tener una vía rápida y segura, para trasladar su producción y bienes de estos lugares hacia un mejor mercado a otras comunidades, facilitando de esta manera el intercambio comercial e impulsando el desarrollo de dichos pueblos.

1.3.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

El hablar de justificación técnica es tener en cuenta el mejoramiento de la vía, eligiendo una vía de tercera clase, por la cantidad de vehículos que circulan diariamente así como el tipo de sistema vecinal de la zona, se evitara radios menores que demanden excesivos volúmenes de corte y relleno así mismo la menor cantidad de obras de arte. Con lo cual tendremos una vía segura y cómoda para su transitabilidad.

Este tipo de investigación se está realizando porque de esta manera se podrá conocer las características de las canteras y saber si son apropiadas para ser empleadas en estos trabajos.

Dicha investigación podrá determinar si el material de las canteras en estudio es apropiado para poder ser empleados en este tipo de trabajos.



Esta investigación se realizará en beneficio de la localidad donde se ejecutara esta obra y también para la UNC, para de esta manera poder tener la ubicación y características de dichas canteras.

1.3.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

Cuando se habla de justificación económica se disgrega en un esquema donde se analizan pautas como la capacidad de la vía, tiempo de recorrido, costo de construcción, costo de mantenimiento de la vía en relación con los beneficios que cuantifican la rentabilidad, productividad y función social.

Si hablamos de la tasa de interés de retorno es de -6.3%, en lo cual el beneficio/costo es de 0.6, con lo cual diremos que en el periodo de 10 años esta carretera no es rentable.

1.3.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

La evaluación de estas canteras nos permitirá poder tener conocimiento del tipo de material que se cuenta en las canteras y si es apropiado para poder ser utilizado en el mejoramiento a nivel de afirmado de trochas , elevará el nivel socio económico y cultural de los habitantes que se relacionan con dicha vía.



1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL:

EVALUAR LAS CANTERAS PARA REALIZAR LA CONSTRUCCIÓN DE TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE AFIRMADO CAMPO ALEGRE – PEÑA BLANCA, DISTRITO DE NAMORA, PROVINCIA DE CAJAMARCA – CAJAMARCA.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- a) Analizar las características de la cantera.
- b) Analizar las características de la subrasante.

1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES:

El proyecto tiene como alcance principal unir las comunidades de Campo Alegre y Peña Blanca, existiendo una longitud de 5106.01metros. Con la elaboración de este proyecto se beneficiarán directamente dichas comunidades e indirectamente a todo el distrito de Namora, porque esta carretera facilitaría la entrada de productos con mayor frecuencia.



Dicha evaluación de canteras beneficiarán a los pobladores, autoridades también a los alumnos de la UNC ya que con este estudio se logrará tener conocimiento de las canteras que se pueden utilizar para este tipo de proyectos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En el contexto mundial, se puede apreciar que poseen no solo caminos y carreteras asfaltadas, si no también cuentan con carreteras sin pavimentar, lo cual permite que se construya y realicen el mejoramiento de sus caminos sin pavimentar, lo cual es de suma importancia realizar la evaluación de las canteras, ya que de estas depende el buen estado de los caminos, para así de esta manera poder tener un mejor traslado de Personas, productos agrícolas, productos de primera necesidad y también de animales.

En el aspecto nacional, el mantenimiento deberá ser ejecutado por una empresa local, con financiamiento por parte del municipio en convenio por Provías Rural, dentro de estos mantenimientos se necesita evaluar y conocer las características de los materiales que serán utilizados en dichos mejoramientos, ya que hay materiales que no cumplen con las características y condiciones para ser utilizados en estos mantenimientos.



En la actualidad no se cuenta con información de los materiales de las canteras que existen en Cajamarca; sin embargo se hace uso de los agregados sin tener en cuenta muchas veces sus propiedades físicas y mecánicas, las mismas que determinan el comportamiento del material en las diferentes obras de construcción de carreteras a nivel de afirmado. Este estudio somero servirá de referencia inicial para determinar el uso más adecuado y racional en el campo de la industria de la construcción de los agregados de la cantera en estudio.

Al conocer que en nuestra localidad contamos con una gran cantidad de Trochas Carrozables y en la gran mayoría estas se mejoran constantemente, ya que de esta manera estas vías de comunicación permiten poder transportar con mayor facilidad tanto los insumos de primera necesidad, productos agrícolas y otros, que la población requiere para de esta manera poder tener un mejor estilo de vida.

2.2. ESTUDIO DEL TRAZO DEFINITIVO:

2.2.1. RECONOCIMIENTO DE ZONA DE ESTUDIO:

El reconocimiento es el examen general de las fajas o zonas de terreno, su finalidad es la de descubrir las características sobresalientes de dicha región. Se debe tomar la mayor cantidad de datos útiles que permita apreciar la



importancia de la ruta en estudio, su influencia sobre el futuro desarrollo de la región. (Céspedes, 2001.)

3. HIPOTESIS

El material de afirmado de las canteras que serán empleadas en la capa de rodadura en la "CONSTRUCCIÓN DE LA TROCA CARROZABLE CAMPO ALEGRE PEÑA BLANCA. DISTRITO DE NAMORA, PROVINCIA DE CAJAMARCA", cumple con las características físicas.

4. VARIABLES

UNIDAD DE ANALISIS: Realizar los ensayos correspondientes para poder realizar el Mejoramiento a Nivel de afirmado de la Trocha.

VARIABLES:

R1: Contenido de Humedad.

R2: Peso Específico.

R3: Análisis Granulométrico.

R4: Límites de Consistencia.



5. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Tipo de Investigación.

Será del tipo exploratoria – descriptiva, porque permitirá registrar y reconocer las características del Material.

Permitirá asimismo, en base a la investigación, proponer estas canteras para poder ser empleadas no solo en esta obra, sino también en otras obras para el mismo fin.

5.2. Diseño de Investigación.

Será del tipo seccional explorativo, porque se realizará la manipulación de canteras para así poder determinar las características de las canteras.

Por ello se realizarán las pruebas necesarias del material de afirmado, para luego analizar los resultados de los tiempo que correspondan a cada tipo material, para luego analizar la información obtenida y proponer algunas recomendaciones en función de los datos obtenidos.

5.3. Población

Se considera como población a todas las personas que serán beneficiadas con este proyecto y personas aledañas, las cuales harán huso de esta trocha.



5.4. Muestra.

La muestra seleccionada se considera, las obras por Administración Directa que se ejecuten en el periodo de Diciembre del 2012 – Febrero del 2013, en un periodo de estudio de tres meses, luego de que se cuente con el proyecto aprobado.

5.5. Recolección de datos.

Se realizará mediante el análisis del material a utilizar.



CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En el contexto mundial, se puede apreciar que los distintos países no solo cuentan con caminos y carreteras asfaltadas, si no también cuentan con carreteras sin pavimentar, lo cual permite que se construya y realicen el mejoramiento de sus caminos sin pavimentar, ya que es de suma importancia realizar la evaluación de las canteras, para así poder conocer las características físico mecánicas, del material que se utilizará en el mejoramiento de la capa de rodadura de los distintos caminos, ya que de estos materiales depende el buen estado de los caminos, para de esta manera poder tener un mejor traslado de personas, productos de primera necesidad y también traslado de animales.

En el aspecto nacional, el mantenimiento deberá ser ejecutado por una empresa local, con financiamiento por parte del municipio en convenio por Provías Rural, dentro de estos mantenimientos se necesita evaluar y conocer las características de los materiales que serán utilizados en dichos mejoramientos, ya que hay materiales que no cumplen con las características físico mecánicas y condiciones para ser utilizados en estos mantenimientos.

En la actualidad se cuenta con información limitada, de materiales de canteras, que existen en Cajamarca; sin embargo se hace uso de los agregados sin tener en cuenta muchas veces sus propiedades físicas y mecánicas, las mismas que



determinan el comportamiento del material en las diferentes obras de construcción de carreteras a nivel de afirmado. Este estudio somero servirá de referencia inicial para determinar el uso más adecuado y racional en el campo de la industria de la construcción de los agregados de la cantera en estudio.

Al conocer que en nuestra localidad contamos con una gran cantidad de Trochas Carrozables y en la gran mayoría estas se mejoran constantemente, ya que de esta manera, estas vías de comunicación permiten poder transportar con mayor facilidad tanto los insumos de primera necesidad, productos agrícolas y otros, que la población requiere para de esta manera poder tener un mejor estilo de vida.

1.2. BASES TEÓRICAS

- Uno de los factores importantes en la construcción de trochas carrozables, es la conformación de la capa de rodadura a nivel de afirmado, ya que en dichas obras, el tipo de afirmado y sus características físicas, determinan el tiempo de vida de dicha obra, ya que en muchos lugares y obras de esta envergadura, se tiene que colocar un afirmado que tengan buenas características y propiedades físicas.
- En la ejecución de este tipo de obras, se carece de una evaluación de cantera, ya sea por el motivo de ahorrar en el estudio de las características del tipo de material o por el desconocimiento de los pobladores, que al



momento de tender el material en la capa de rodadura, se coloca sin haber realizado una evaluación a dichas canteras a utilizar.

- En estos tipos proyectos como son las aperturas, mejoramiento de trochas carrozables a nivel de afirmado, es de suma importancia, realizar una evaluación de las canteras, de las cuales se va abastecer el material para colocar en la capa de rodadura, ya que depende mucho de las características del material, el tiempo de vida para el cual fue diseñado el Afirmado, de esta manera se podrá justificar la inversión realizada en el mejoramiento de dichas trochas, ya que al mejorar las vías de comunicación, los pobladores o beneficiarios podrán mejorar su calidad de vida, al poder comercializar sus productos y animales, en menor tiempo.

1.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

1.3.1. ESTUDIO DEL TRAZO DEFINITIVO

1.3.1.1. RECONOCIMIENTO DE LA ZONA DE ESTUDIO

El reconocimiento es el examen general de las fajas o zonas de terreno, su finalidad es la de descubrir las características sobresalientes de dicha región. Se debe tomar la mayor cantidad de datos útiles que permita apreciar la importancia



de la ruta en estudio, su influencia sobre el futuro desarrollo de la región.

(Céspedes, 2001.)

1.3.2. ESTUDIO DE SUELOS Y CANTERAS.

1.3.2.1. GENERALIDADES:

Se considera que suelo, es un agregado natural de granos minerales, con o sin componentes orgánicos, que pueden separarse por medios mecánicos comunes, tales como la agitación en el agua. En la práctica no existe una diferencia tan simple entre roca y suelo, pues las rocas más rígidas y fuertes pueden debilitarse al sufrir el proceso de meteorización, y algunos suelos muy endurecidos pueden presentar resistencia comparables a las de la roca meteorizada. **(Montejo, A. 1998.)**

1.3.2.2. ENSAYOS DE LABORATORIO.

A. ENSAYOS GENERALES. Estos ensayos se utilizan para identificar suelos de modo que puedan ser descritos y clasificados adecuadamente; los ensayos generales más comunes son:

- Contenido de Humedad.
- Peso específico.



- Análisis granulométrico.
- Límites de consistencia.

(Ramírez, P. 2000.)

a. CONTENIDO DE HUMEDAD (W%).

Es un ensayo que permite determinar la cantidad de agua presente en una cantidad dada de suelo en términos de su peso seco. El conocimiento de la humedad natural de un suelo no solo permite definir a priori el tratamiento a darle, durante la construcción, sino que también permite estimar su posible comportamiento, como subrasante. (Montejo, F. 2001.)

Generalmente se expresa en porcentaje.

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$W(\%) = \frac{W_h - W_s}{W_s} * 100 \quad \dots \quad (EC. - 10)$$

Dónde: $W_w = W_h - W_s$;

$$W(\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100 \quad \dots \quad (EC. - 11)$$



Dónde:

Wh : Peso del suelo húmedo. (gr.)

Ws : Peso del suelo seco. (gr.)

Ww : Peso del agua contenida en la muestra de suelo (gr.)

(Separata de estudio, R. 2003.)

b. PESO ESPECÍFICO.

Es la relación entre el peso y el volumen de las partículas minerales de la muestra del suelo. Los ensayos se realizan según el tipo de material: grava gruesa o piedra, arena gruesa y/o grava, material fino. **(Separata de estudio, R. 2003.)**

$$G = \frac{100}{\frac{\%Pasantedel\ N^{\circ}4}{G_s} + \frac{\%Retenidoenel\ N^{\circ}4}{G_a}} \quad \dots \quad (EC. - 12)$$

- Para partículas menores a 4.75 mm (Tamiz N° 4) (MTC E 113 - 2000 basado en las Normas ASTM-D-854 y AASHTO-T-100), comprende a los Limos y Arcillas, se determina mediante la siguiente fórmula:

$$G_s = \frac{W_o * K}{W_o + W_2 - W_1} \quad \dots \quad (EC. - 13)$$



Dónde:

K: Coeficiente de temperatura del agua .

W2: Peso del picnómetro + agua (gr).

Wo: Peso del suelo seco (gr).

W1: Peso del picnómetro + agua + suelo (gr).

- Para partículas mayores a 4.75 mm (Tamiz N° 4) (MTC E 206 - 2000, basado en las Normas ASTM-C-127 y AASHTO-T-85). Comprende a las Gravas.

$$Ga = \frac{A}{A - C} \dots\dots\dots (EC. - 14)$$

Dónde:

A: Peso en el aire de la muestra seca en gramos.

C: Peso sumergido en agua de la muestra saturada, en gramos. (Wihem, P. 1996.)

c. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO. ASTM D – 422 – 63 (1972)

Es una prueba para determinar cuantitativamente la distribución de los diferentes tamaños de partículas del suelo.

Existente diferentes procedimientos para la determinación de la composición granulométrica de un suelo. Por ejemplo, para clasificar por tamaños las partículas gruesas, el procedimiento más expedito es de tamizado. Sin embargo,



al aumentar la finura de los granos, el tamizado se hace cada vez más difícil teniéndose entonces que recurrir a procedimientos de sedimentación. (Montejo, F. 2001.)

Como una medida simple de la uniformidad de un suelo, se tiene el coeficiente de uniformidad (Cu).

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} \dots\dots\dots (EC. - 15)$$

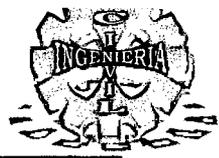
Dónde:

D60: Tamaño tal, que el 60% en peso del suelo sea igual o menor.

D10: Llamado diámetro efectivo, es tamaño tal que sea igual o mayor que el 10%, en peso, del suelo.

Adicionalmente para definir la gradación, se define el coeficiente de curvatura del suelo con la expresión:

$$Cc = \frac{(D_{30})^2}{(D_{10} * D_{60})} \dots\dots\dots (EC. - 16)$$



El coeficiente de curvatura tiene un valor entre 1 y 3 en suelos bien gradados.

(Wihem, P. 1996.)

d. LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO (LL)

Contenido de humedad que corresponde al límite arbitrario entre los estados de consistencia semilíquido y plástico de un suelo. El contenido de humedad correspondiente a 25 golpes. **(Separata de estudio, R. 2003.)**

LÍMITE PLÁSTICO (LP)

Contenido de humedad que corresponde al límite arbitrario entre los estados de consistencia plástico y semisólido de un suelo. El suelo con contenido de humedad menor a su límite plástico se considera como material no plástico. **(Separata de estudio, R. 2003.)**

ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP):

$$IP = LL - LP \quad \dots\dots\dots (EC. - 17)$$



El Reglamento Nacional de edificaciones recomienda lo siguiente:

IP < 20 corresponde generalmente a limos.

IP > 20 corresponde generalmente a arcillas.

(Wihem, P. 1996.)

FIGURA 01

CARACTERÍSTICAS DE SUELOS SEGÚN SUS ÍNDICES DE PLASTICIDAD

| IP | CARACTERÍSTICAS | TIPOS DE SUELOS | COHESIVIDAD |
|--------|--------------------|-----------------|-----------------------|
| 0 | No plástico | Arenoso | No cohesivo |
| < 7 | Baja plasticidad | Limoso | Parcialmente cohesivo |
| 7 - 17 | Plasticidad media | Arcillo- limoso | Cohesivo |
| > 17 | Altamente plástico | Arcilla | Cohesivo |

FUENTE: (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006.)

B. ENSAYOS DE CONTROL O INSPECCIÓN

Este ensayo se usa para asegurar que los suelos se compacten adecuadamente durante la etapa de construcción, de modo que cumplan las condiciones impuestas en el proyecto. (Ramírez, P. 2000.)



a. ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO: HUMEDAD ÓPTIMA Y DENSIDAD MÁXIMA ASTM D 1557-91 (98) AASHTO T 180-70 MTC E 115-2000.

Se entiende por compactación todo proceso que aumenta el peso volumétrico de un suelo. En general es conveniente compactar un suelo para incrementar su resistencia al esfuerzo cortante, reducir su compresibilidad y hacerlo más impermeable. (Montejo, F. 2001.)

$$D_s = \frac{D_h}{(100 + W\%)} * 100 \quad \text{..... (EC. - 18)}$$

Dónde:

Ds: Densidad seca.

Dh: Densidad húmeda.

W%: Contenido de humedad.

(Rodríguez, A. 1973.)

C. ENSAYOS DE RESISTENCIA.

a. ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

C.B.R. es el índice de resistencia del terreno, sirve para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de subbase, base y afirmado de un pavimento.



$$C.B.R. = \frac{\text{Carga Unitaria del Ensayo}}{\text{Carga Unitaria Patrón}} * 100 \dots\dots (EC. - 19)$$

Para determinar el CBR de un suelo se realizan los siguientes ensayos:

- Ensayo de compactación C.B.R.
- Ensayo de Hinchamiento.
- Ensayo de Carga Penetración.

(Separata de estudio, R. 2003.)

**FIGURA 02. VALORES CORRESPONDIENTES A LA MUESTRA PATRÓN
(Macadán)**

| UNIDADES METRICAS | | UNIDADES INGLESAS | |
|-----------------------------------|---|-------------------------------------|--|
| <i>Penetración</i> <i>(mm)</i> | <i>Carga unitaria</i> <i>(Kg/cm²)</i> | <i>Penetración</i> <i>(pulg)</i> | <i>Carga unitaria</i> <i>(lbs/pulg²)</i> |
| 2.54 | 70.31 | 0.10 | 1000 |
| 5.08 | 105.46 | 0.20 | 1500 |
| 7.62 | 133.58 | 0.30 | 1900 |
| 10.16 | 161.71 | 0.40 | 2500 |
| 12.70 | 182.80 | 0.50 | 2600 |

FUENTE: (Wihem, P. 1996.)



b. ENSAYO DE DESGASTE POR ABRASIÓN. (Para muestras de Canteras)

Este método operativo está basado en las Normas ASTM-C-131, AASHTO-T-96 Y ASTM-C-535, utilizando la Máquina de los Ángeles y consiste en determinar el desgaste por Abrasión del agregado grueso, previa selección del material a emplear por medio de un juego de tamices aprobados.

$$D(\%) = \frac{\text{peso inicial} - \text{peso final}}{\text{peso inicial}} * 100 \quad \dots\dots (EC. - 20)$$

Dónde:

Peso inicial: peso de la muestra lavada y secada al horno, antes del ensayo.

Peso final: peso de la muestra que queda retenida en la malla N° 12 después del ensayo.

FIGURA 3. CARGA ABRASIVA PARA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES

| GRANULOMETRÍA | N° DE ESFERAS | PESO DE CARGA (gr) |
|---------------|---------------|--------------------|
| A | 12 | 5000 ± 25 |
| B | 11 | 4584 ± 25 |
| C | 8 | 3330 ± 20 |
| D | 6 | 2500 ± 15 |

FUENTE: (MANUAL DE ENSAYOS DE LABORATORIO EM 2000 V-I (MTC).)



**FIGURA 4 GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA DE AGREGADO PARA
ENSAYO**

| Pasa tamiz | | Retenido en tamiz | | Pesos y granulometrías de la muestra para ensayo (gr) | | | |
|----------------|------|-------------------|--------|---|--------------|--------------|--------------|
| Malla | (mm) | Malla | (mm) | A | B | C | D |
| 1 1/2" | 37.5 | 1" | - 25.0 | 1250 ± 25 | | | |
| 1" | 25.0 | 3/4" | -19.0 | 1250 ± 25 | | | |
| 3/4" | 19.0 | 1/2" | - 12.5 | 1250 ± 10 | | | |
| 1/2" | 12.0 | 3/8" | - 9.5 | 1250 ± 10 | | | |
| 3/8" | 9.5 | 1/4" | - 6.3 | | 2500 ± 10 | 2500 ± 10 | |
| 1 1/4" | 6.3 | N° 4 | - 4.75 | | 2500 ± 10 | 2500 ± 10 | |
| N° 4 | 4.75 | N° 8 | - 2.36 | | | | 5000 ± 10 |
| TOTALES | | | | 5000 ± 10 | 5000 ± 10 | 5000 ± 10 | 5000 ± 10 |

FUENTE: (MANUAL DE ENSAYOS DE LABORATORIO EM 2000 V-I (MTC).)



1.3.3. CLASIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE SUELOS.

a. SISTEMA AASHTO (Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras Estatales y del Transporte).

Este método, divide a los suelos en dos grandes grupos: Una formada por los suelos granulares y otra constituida por los suelos de granulometría fina. Y estos a su vez son clasificados en sub grupos, basándose en la composición granulométrica, el límite líquido y el índice de plasticidad.



FIGURA 5. CLASIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO

| SISTEMA DE CLASIFICACION AASHTO | | | | | | | | | | | |
|---|---|-----------|------------|--------------------------------------|-----------|-------------------------------|---------------------------------------|-----------|-------------------|--------------------|-----------|
| Clasif. General | Suelos Granulares (≤ 35 % pasa 0.08 mm) | | | | | | Suelos Finos (> 35 % bajo 0.08 mm) | | | | |
| Grupo | A - 1 | | A-3 | A-3 | | | A - 4 | A - 5 | A - 6 | A - 7 | |
| Sub-Grupo | A-1a | A-1b | | A-2-4 | A-2-5 | A-2-6* | A-2-7* | | | A-7-5** A-7-6** | |
| 2 mm | ≤ 50 | | | | | | | | | | |
| 0.5 mm | ≤ 30 | ≤ 50 | ≥ 51 | | | | | | | | |
| 0.08 mm | ≤ 15 | ≤ 25 | ≤ 10 | ≤ 35 | | | ≥ 36 | | | | |
| W _I | | | | ≤ 40 | ≥ 41 | ≤ 40 | ≥ 41 | ≤ 40 | ≥ 41 | ≤ 40 | ≥ 41 |
| IP | ≤ 6 | | NP | ≤ 10 | ≤ 10 | ≥ 11 | ≥ 11 | ≤ 10 | ≤ 10 | ≥ 11 | ≥ 11 |
| Descripción | Gravas y Arenas | | Arena fina | Gravas y Arenas Limosas y Arcillosas | | | Suelos Limosos | | Suelos Arcillosos | | |
| ** A - 7 - 5 : $IP \leq (w_L - 30)$ | | | | | | A - 7 - 6 : $IP > (w_L - 30)$ | | | | | |
| $IG = (B/0.08 - 35) (0.2 + 0.005 (w_l - 40)) + (B/0.08 - 15) (IP - 10) * 0.01$ * Para A - 2 - 6 y A - 2 - 7: $IG = (B/0.08 - 15) (IP - 10) * 0.01$ Si el suelo es NP → $IG = 0$; Si $IG < 0$ → $IG = 0$ | | | | | | | | | | | |



b. SISTEMA SUCS (Clasificación Unificada de Suelos).

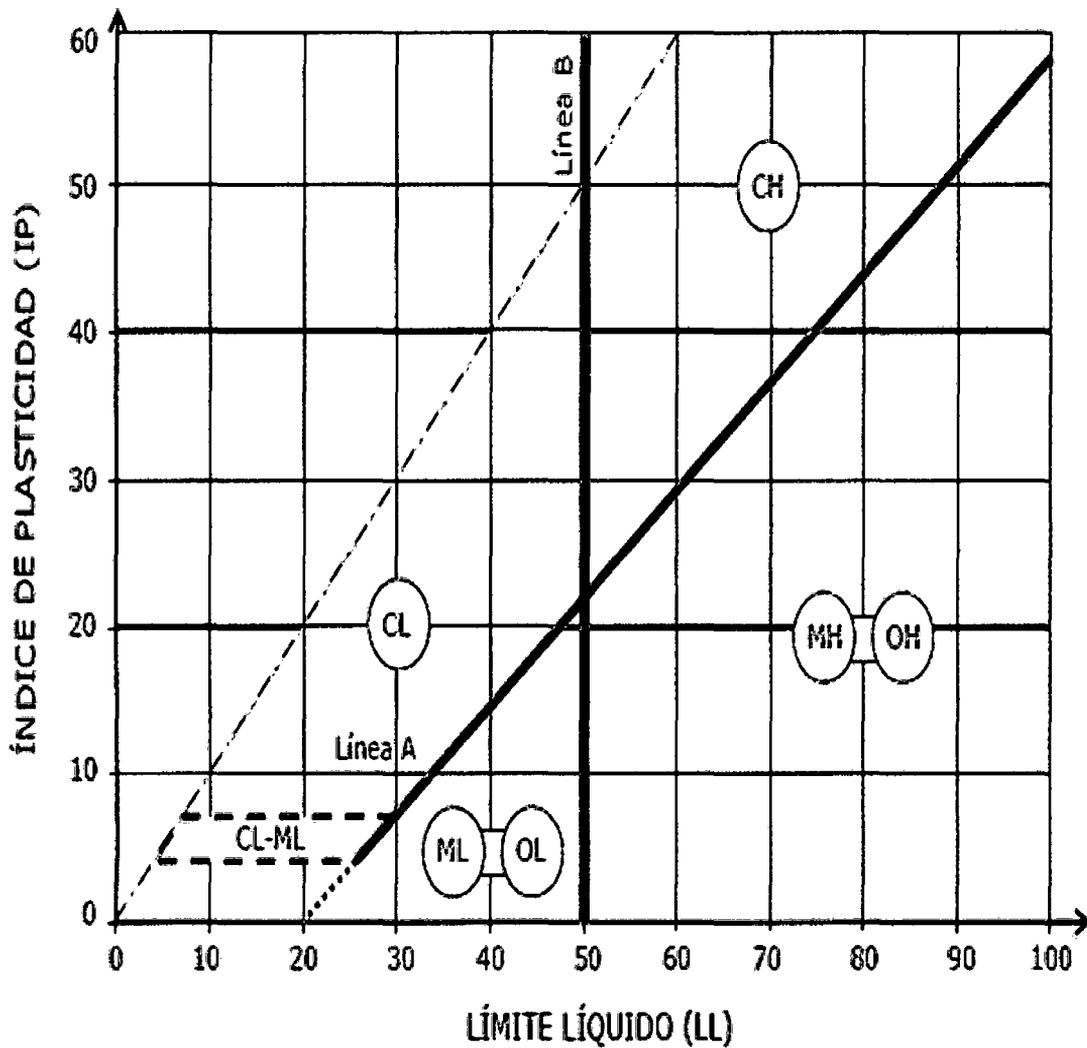
Este sistema, como la clasificación anterior, divide a los suelos en dos grandes grupos: granulares y finos. Un suelo se considera grueso si más del 50% de sus partículas se retienen en el tamiz # 200, y finos, si más de la mitad de sus partículas, pasa el tamiz # 200. (Mora, S. 1988.)



FIGURA 6. SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (SUCS)

| CLASIFICACIÓN EN LABORATORIO | | | | CLASIFICACIÓN EN LABORATORIO | | | | | | | | |
|--|----------------|--|---|--|---------|--------------------------------|---|----------|------------|-------|--|-----------------------------|
| FINOS $\geq 50\%$ pasa Malla # 200 (0.08 mm.) | | | | GRUESOS $< 50\%$ pasa Malla # 200 (0.08 mm.) | | | | | | | | |
| Tipo de Suelo | Símbolo | Lim. Liq. | Índice de Plasticidad * IP | Tipo de Suelo | Símbolo | % RET Malla Nº 4 | % Pasa Malla Nº 200 | CU | CC | ** IP | | |
| Limos Inorgánicos | ML | < 50 | $< 0.73 (w_l - 20)$ ó < 4 | Gravas | GW | ? 50% de lo Ret. En 0.08mm | < 5 | > 4 | 1 a 3 | | | |
| | MH | > 50 | $< 0.73 (w_l - 20)$ | | GP | | | ≤ 6 | $< 16 > 3$ | | | |
| Arcillas Inorgánicas | CL | < 50 | $> 0.73 (w_l - 20)$ y > 7 | | GM | | | > 12 | | | | $< 0.73 (w_l - 20)$ ó < 4 |
| | CH | > 50 | $> 0.73 (w_l - 20)$ | | GC | | | | | | | $> 0.73 (w_l - 20)$ ó > 7 |
| Limos o Arcillas Orgánicas | OL | < 50 | ** w _l seco al horno $\leq 75\%$ del w _l seco al aire | Arenas | SW | $< 50\%$ de lo Ret. En 0.08 mm | < 5 | > 6 | 1 a 3 | | | |
| | OH | > 50 | | | SP | | | ≤ 6 | $< 16 > 3$ | | | |
| Altamente Orgánicos | P ₁ | Materia orgánica fibrosa se carboniza, se quema o se pone incandescente. | | | SM | | | > 12 | | | | $< 0.73 (w_l - 20)$ ó < 4 |
| | | | | | SC | | | | | | | $> 0.73 (w_l - 20)$ y > 7 |
| | | | | * Entre 5 y 12% usar símbolo doble como GW-GC, GP-GM, SW-SM, SP-SC. | | | | | | | | |
| | | | | ** Si $IP \geq 0.73 (w_l - 20)$ o si IP entre 4 y 7 e $IP > 0.73 (w_l - 20)$, usar símbolo doble: GM-GC, SM-SC. | | | | | | | | |
| | | | | En casos dudosos favorecer clasificación menos plástica Ej.: GW-GM en vez de GW-GC. | | | | | | | | |
| Si $IP \geq 0.73 (w_l - 20)$ o si IP entre 4 y 7 E $IP > 0.73 (w_l - 20)$, usar símbolo doble: CL-ML, CH-OH | | | | | | | | | | | | |
| ** Si tiene olor orgánico debe determinarse adicionalmente w _l seco al horno | | | | | | | | | | | | |
| En casos dudosos favorecer clasificación más plástica Ej.: CH-MH en vez de CL-ML. | | | | | | | | | | | | |
| Si w _l = 50; CL-CH o ML-MH | | | | | | | | | | | | |
| | | | | $CU = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ | | | $CC = \frac{D_{30}^2}{D_{60} * D_{10}}$ | | | | | |

FIGURA 7
CARTA DE PLASTICIDAD
PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS EN EL
LABORATORIO



FUENTE: (Mora, S. 1988.)

1.3.4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

FIGURA 8. PORCENTAJE DE DESGASTE PARA EVALUAR LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE LOS ÁNGELES.

Especificaciones Técnicas para Materiales empleados en Construcción de Carreteras

| ENSAYO | AFIRMADO | SUB BASE GRANULAR | | BASE GRANULAR | | | |
|---|----------|-------------------|------------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|
| | | <3000 msnm | ≥3000 msnm | <3000 msnm | | ≥3000 msnm | |
| | | | | AGREGADO GRUESO | AGREGADO FINO | AGREGADO GRUESO | AGREGADO FINO |
| Límite Líquido (%) ASTM D-4318 | 35% máx | 25% máx | 25% máx | | | | |
| Índice Plástico (%) | 4 a 9 | 6% máx | 4% máx | | 4% máx | | 2% máx |
| Abrasión (%) ASTM C-131 | 50% máx | 50% máx | 50% máx | 40% máx | | 40% máx | |
| Equivalente de arena (%) ASTM D-2419 | 20% mín | 25% mín | 35% mín | | 35% mín | | 45% mín |
| CBR al 100% de la M.D.S. y 0.1" de penetración ASTM D-1883 | 40% mín | 40% mín | 40% mín | | | | |
| Pérdida con Sulfato de Sodio (%) | | | | | | 12% máx | |
| Pérdida con Sulfato de Magnesio (%) | | | | | | 18% máx | |
| Índice de Durabilidad | | | | | 35% mín | | 35% mín |
| Caras de fractura (%) 1 cara fracturada 2 caras fracturadas | | | | 80% mín 40% mín | | 80% mín 50% mín | |
| Partículas chatas y alargadas (%) Relación 1/3 (espesor/longitud) ASTM D-4791 | | 20% máx | 20% máx | 15% máx | | 15% máx | |
| Sales Solubles Totales (%) | | 1% máx | 1% máx | 0.5% máx | 0.5% máx | 0.5% máx | 0.5% máx |
| Contenido de impurezas orgánicas (%) | | | | | | | |

Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG-2000, Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Cosntrucción, Oficina de Control de Calidad

FUENTE: (Minaya, S. 2001.)



1.3.5. ESTUDIO Y UBICACIÓN DE CANTERAS:

Las canteras son lugares donde la roca se separa de sus lechos naturales y se prepara para su utilización en construcciones. **(Wihem, P. 1996.)**

A. ESTUDIO.

Los puntos básicos en el estudio de una cantera, que luego regularán su explotación, son:

- a. Calidad.
- b. Cubicación.
- c. Economía.
- d. Impacto Ambiental.

B. UBICACIÓN.

Para la ubicación de canteras se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- ❖ Fácil accesibilidad y que se puedan explotar por los procedimientos más eficientes y menos costosos.

- ❖ Distancias mínimas de acarreo de los materiales a la obra.



- ❖ Su explotación no conduzca a problemas legales de difícil o lenta solución y que no perjudiquen a los habitantes de la región. (Wihem, P. 1996.)

1.3.6. PROGRAMACIÓN DE OBRA DEL PROYECTO.

La ejecución de un proyecto no sólo implica vencer las dificultades técnicas, sino también el problema de coordinación y control de la cantidad de recursos y factores para lograr la eficacia del mismo bajo un nivel razonable de costo y tiempo. (López y Morán, 2001).

1.3.6.1. MÉTODOS DE PROGRAMACIÓN.

Existen métodos, uno de ellos el Método de GANTT.

A. MÉTODO DE GANTT.

El diagrama de Gantt o de barras es en sí un diagrama cartesiano, que partiendo de dos ejes ortogonales entre sí, se puede estudiar las relaciones existentes entre dos variables: actividades versus duraciones de las mismas.

➤ VENTAJAS.

- ✓ En su concepción original, este método de planificación da una idea clara de cómo planear, programar y controlar procesos productivos en forma sencilla.



➤ **DEFICIENCIAS.**

- ✓ Mezcla la planeación y programación del proceso.

- ✓ No puede mostrar el planeamiento y la organización interna del proyecto.

- ✓ El proceso sólo puede ser descompuesto en actividades de gran volumen.

- ✓ No muestra las interrelaciones y dependencias entre las actividades.

- ✓ No define cuales son las actividades críticas.

- ✓ No se puede saber cuánto puede costar una aceleración de la terminación del proyecto. (López y Morán, 2001).



CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODO

2.1. CARACTERÍSTICAS LOCALES DE LAS CANTERAS

2.1.1. UBICACIÓN

Las presentes canteras se encuentra ubicado en:

Departamento : Cajamarca.
Provincia : Cajamarca.
Distrito : Namora.

Las coordenadas UTM de las canteras estudiadas son:

| DATUM | HUSO | ZONA |
|--------|------|------|
| WGS 84 | 17 | S |

Cantera Campo Alegre

| COORDENADAS UTM | |
|-----------------|------------------|
| Norte | 9,210,034.80 |
| Este | 811,778.14 |
| Cota | 3875.99 m.s.n.m. |

Cantera Peña Blanca

| COORDENADAS UTM | |
|-----------------|---------------|
| Norte | 9,211,165.14 |
| Este | 809,523.33 |
| Cota | 3677 m.s.n.m. |

FIGURA 9

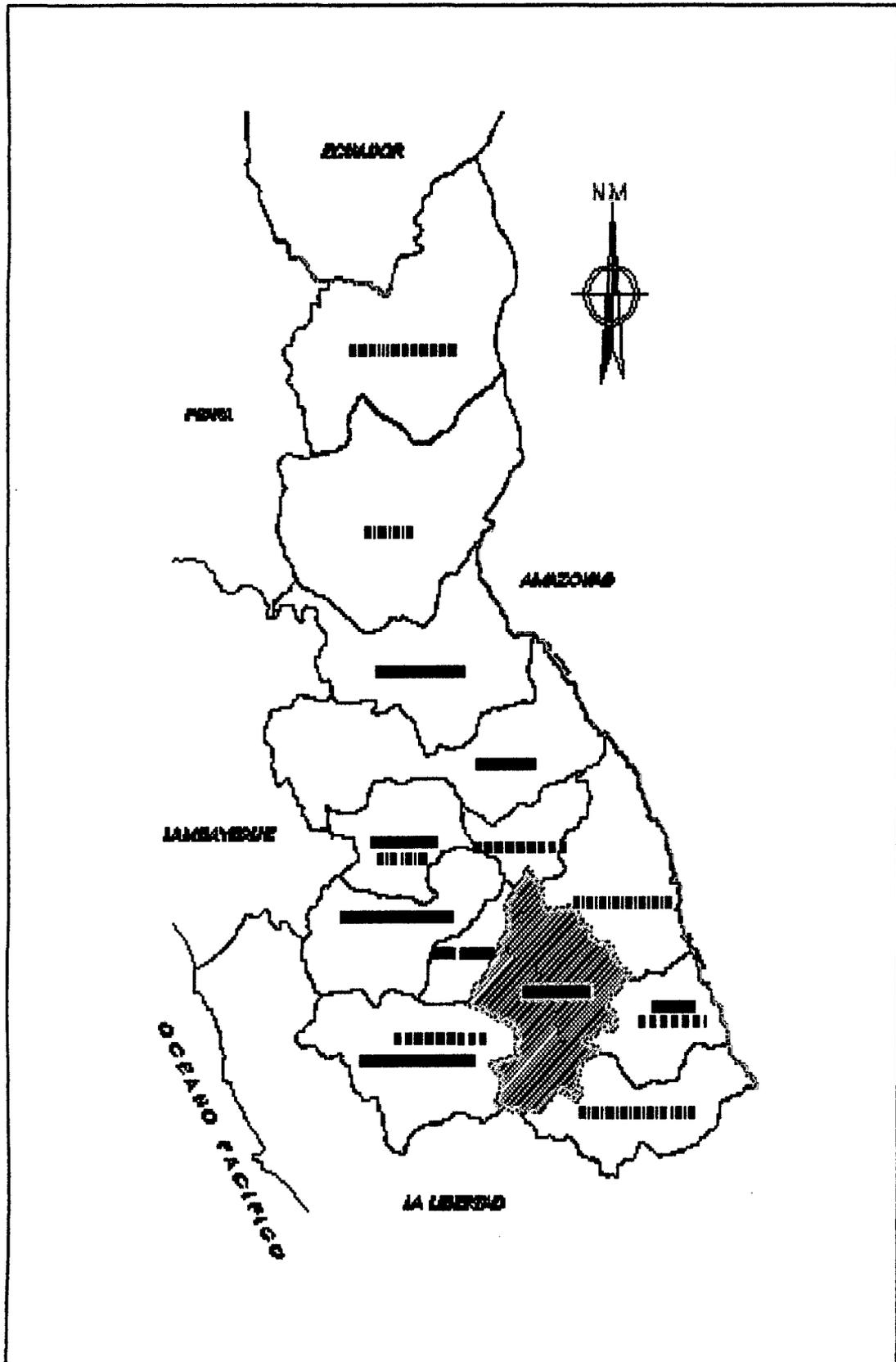


FIGURA 10



2.1.2. LÍMITES

- Este : Centro Poblado de Huanico.
- Norte : Centro Poblado Peña Blanca.
- Oeste : Centro Poblado de Quitiquero.
- Sur : Centro Poblado de Tallambo Alto.



2.1.3. EXTENSIÓN

Presenta una extensión de 5106.10 m. empezando en la ecuación de empalme E.E.AT = Km. 10+119.000 – E.E.AD = Km. 10+000.000. y termina en el Centro Poblado de Peña Blanca.

2.1.4. TOPOGRAFÍA

Es de tipo poco accidentada en la mayor parte del tramo, y en menor cantidad algunos sectores presentan una topografía montañosa y ondulada.

2.1.5. ALTITUD

El proyecto se encuentra entre las altitudes de 3,875.99m.s.n.m. y los 3,677.91m.s.n.m.

2.1.6. TEMPERATURA

El clima de la zona es frígido, típico de la zona de sierra, con una temperatura promedio anual de 10.5 °C y una máxima promedio anual de 13.5°C y una mínima promedio anual de 2°C.

2.1.7. PLUVIOSIDAD



La precipitación promedio anual es de 963.40 mm. Las mayores precipitaciones se dan en los meses de (Octubre – Abril), con mayor intensidad en los meses de Febrero y Marzo.

ACCESIBILIDAD

El acceso al lugar del proyecto es por carretera desde el distrito de Namora hasta el centro poblado Campo Alegre, este tramo se encuentra afirmado y en buenas condiciones, de ahí el recorrido es hasta el Centro Poblado Peña Blanca, éste trayecto no cuenta con Trocha Carrozable.

2.2. TIEMPO EN QUE SE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación se realizó en el la temporada de verano, entre los meses de noviembre – diciembre, ya que en este tiempo se pudo realizar los diferentes tipos de ensayos, los cuales nos permitieron conocer las características físicas de las canteras, de las cuales se procedió a obtener material de afirmado, el cual será empleado en la capa de rodadura de dicho proyecto.

2.3. MATERIAL EXPERIMENTAL

En la siguiente tesis se realizó el estudio de canteras, para de esta manera poder determinar las características físicas del material de afirmado, el cual será empleado en la capa de rodadura de la trocha de dicho proyecto.



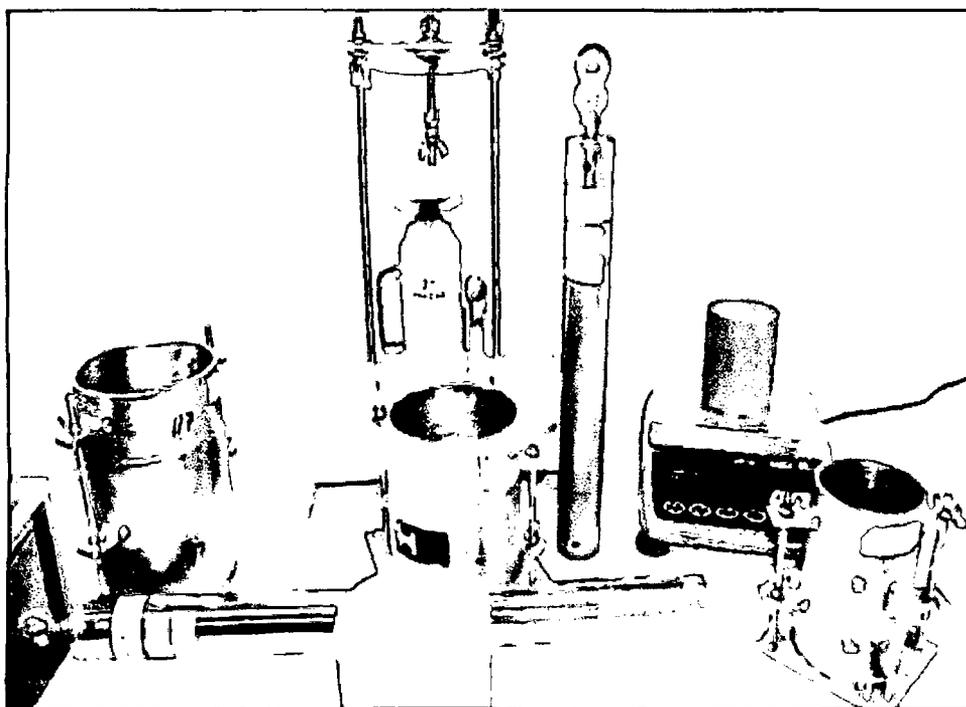
Dicho material de afirmado, será sometido a distintos ensayos, los cuales una vez obteniendo los resultados de cada cantera, se podrá determinar si el material de afirmado es apropiado para ser empleado en la capa de rodadura de este proyecto.

2.4. OTROS MATERIALES

En esta tesis se emplearon los siguientes equipos:

- a) Moldes de forma cilíndrica hechos de un material rígido y con la capacidad y las dimensiones siguientes: $101.6 = 0.4 \text{ mm}$ ($4'' = 0.016$) de promedio de diámetro interior, una altura de $116.4 = 0.5 \text{ mm}$ ($4.584 = 0.018''$) y un volumen de $944 = 14 \text{ cm}^2$ ($0.0333 = 0.005 \text{ pie}^2$).

FIGURA 11. MOLDES



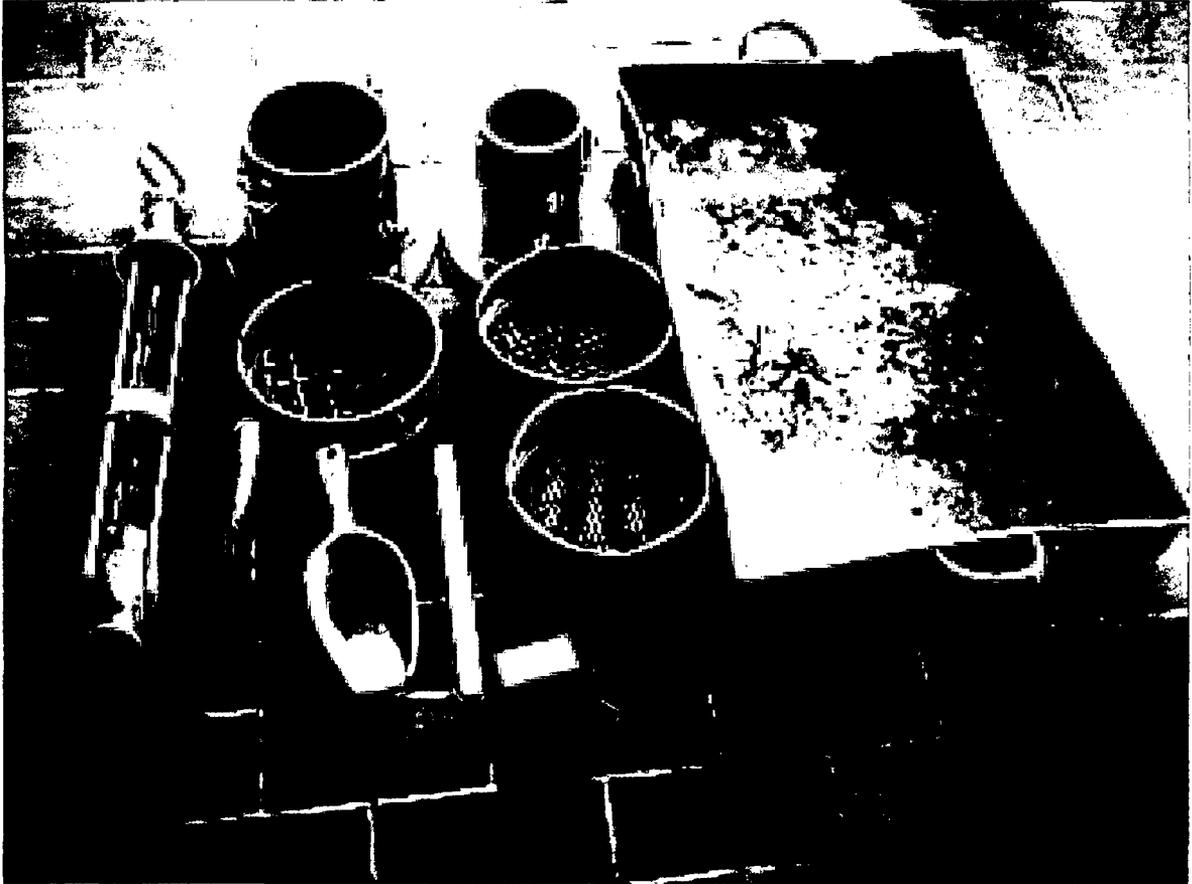
- b) Máquina de los Ángeles Equipada con Ángeles.- un contador. • Consiste en un cilindro de acero, hueco y cerrado en ambos extremos, con un diámetro interior de (711 5) mm (28 2 pulg.) y una longitud también interior de g) g (508 5) mm (20 0.2 pulg.). • El cilindro será fijado sobre dos ejes ubicados en el centro de sus caras paralelas y de modo que puedan girar en posición horizontal alrededor de este eje. • Tiene un entrepaño con las siguientes dimensiones 89x25.4x508 mm.**

FIGURA 12. MAQUINA DE LOS ANGELES



- c) El tamiz sirve para separar una mezcla en partículas de diferentes tamaños en dos o más fracciones, cada una de las cuales estará formada por partículas de tamaño más uniforme que la mezcla original. La separación de materiales en fracciones de tamaños diferentes**

FIGURA 13. TAMICES



2.5. EVALUACIONES REALIZADAS

Se procedió a realizar la evaluación de las dos muestras, como son:

- ENSAYO DE COMPACTACIÓN.
- ENSAYO DE ABRASIÓN.
- C.B.R.



Estos ensayos se realizarán de forma independiente, ya que para cada ensayo son muestras distintas, de esta manera se podrá obtener datos exactos y precisos, para de esta manera no tener ningún inconveniente con los resultados.

2.6. PROCEDIMIENTO

A continuación se detallarán los procedimientos que se realizaron:

2.6.1. ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO)

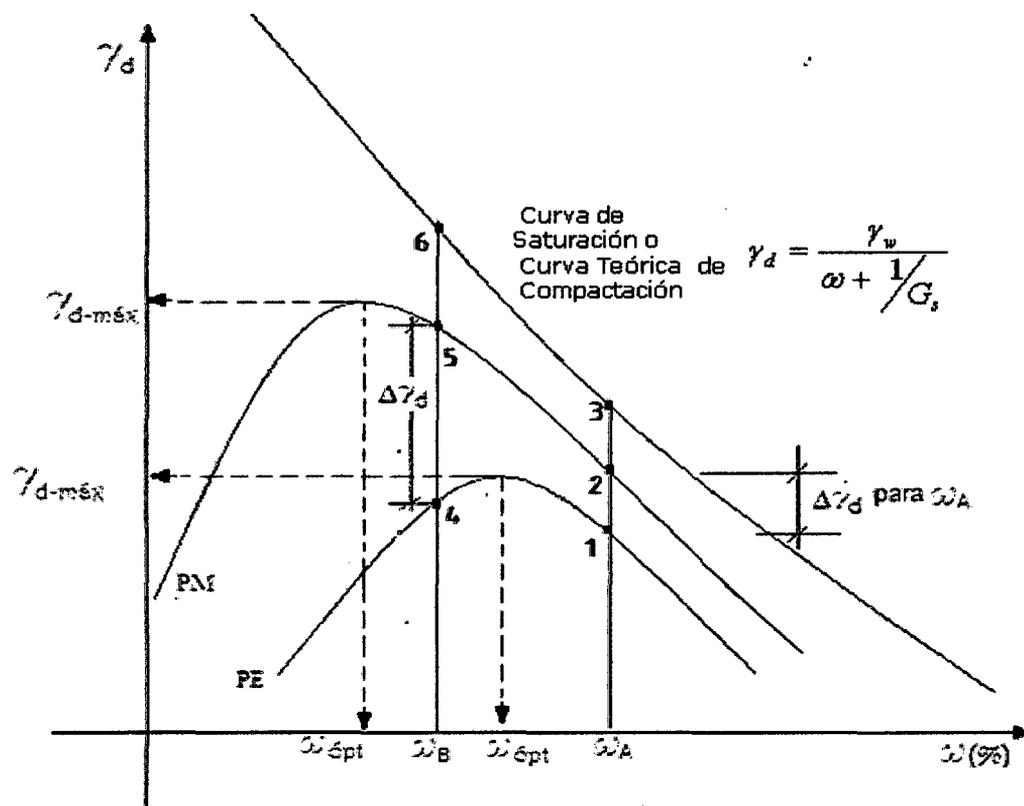
DESCRIPCIÓN: Se coloca una muestra de suelo con un contenido de agua seleccionado, en cinco capas, en un molde de dimensiones dadas y cada capa se compacta con 25 ó 56 golpes de martillo de 44.5 N (10lb) que se deja caer desde una distancia de 457 mm (18") dándole al suelo un esfuerzo de compactación total de alrededor de 2700 KNm/m² (56000 lb pie/pie²). Se determina el peso unitario seco resultante.

El procedimiento se repite para un número suficiente de contenidos de agua para establecer una relación entre el contenido de agua para el suelo y el peso unitario seco.

Al graficar estos datos resulta una relación curvilínea conocida como la curva de compactación.

Los valores del contenido óptimo de agua y el peso unitario seco máximo se determinan de la curva de compactación.

FIGURA 14. CURVA DE COMPACTACIÓN PROCTOR ESTANDAR MODIFICADO Y CURVA DE SATURACIÓN



2.6.2. ABRASIÓN

DESCRIPCIÓN: Este método describe el procedimiento para determinar la resistencia al desgaste de agregado grueso, natural o triturado, más pequeños que 37.5 mm (1½ pulg.) usando la máquina de Los Ángeles.



Coloque la muestra de ensayo y la carga abrasiva en la máquina de los Ángeles y se hace girar el cilindro a una velocidad de 30 a 33 rpm, durante 500 revoluciones. t l i Descargue el material de la máquina y haga una separación preliminar de la muestra, en un tamiz más grueso que el de 1.70 mm (N° 12).

Tamice la muestra empleando el tamiz de 1.7mm (N°12), de acuerdo al método de ensayo ASTM C 136. Lavar el material más grueso que el tamiz de 1.70 mm y se seca al horno hasta masa constante y se determina su masa lo más cerca de 1 gr.

2.6.3. ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)

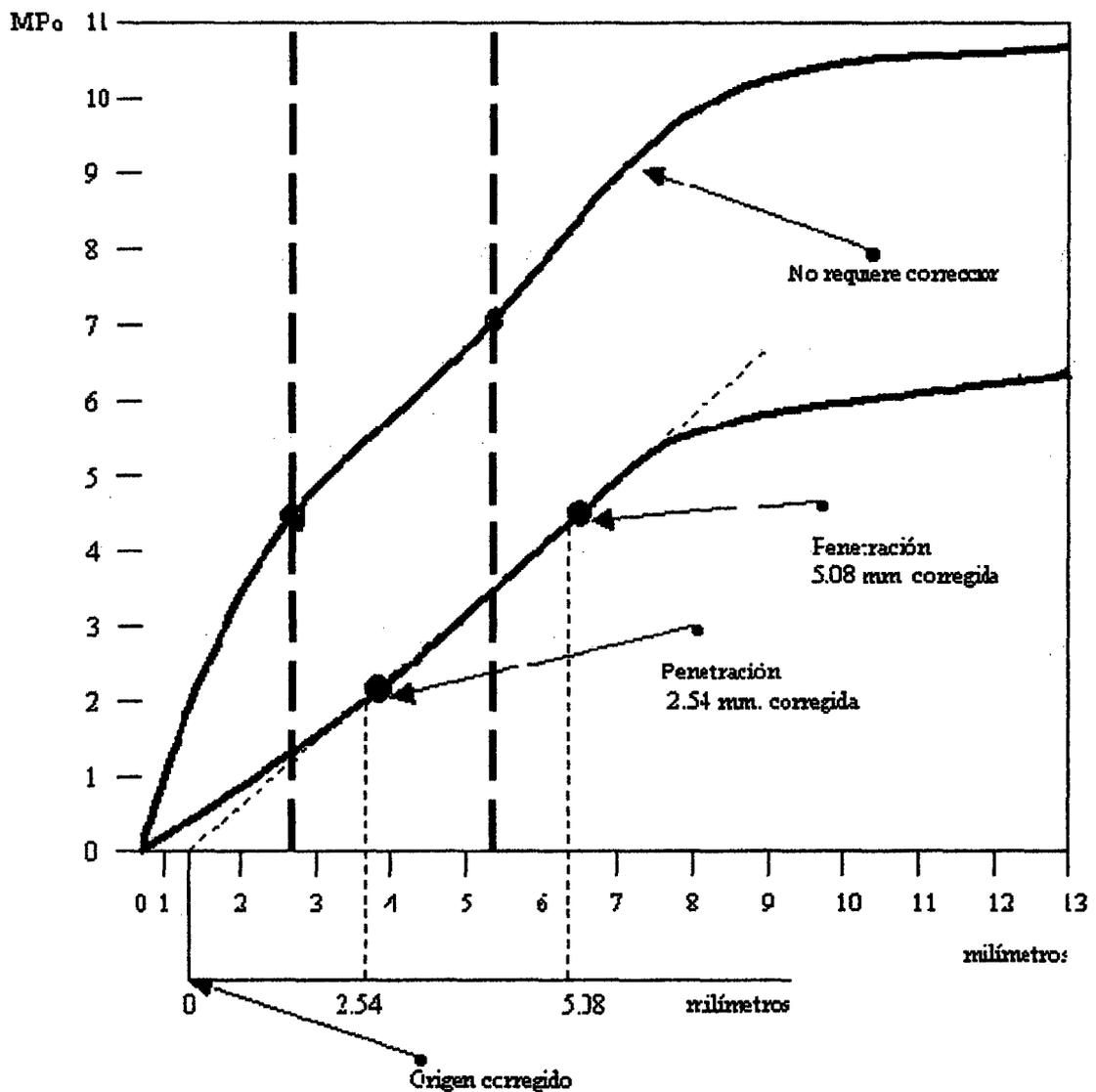
DESCRIPCIÓN: Se procede de manera similar al ensayo de compactación con la única diferencia que se la realiza con el porcentaje de humedad óptimo. Debiéndose preparar tres moldes, cada uno con diferente número de golpes, uno con 56, otro con 25 y el último con 12 golpes.

Pesar cada uno de los moldes más la muestra enrazada, colocándose nuevamente en sus soportes con la aplicación de contrapesos y sumergidos en el tanque con agua en su totalidad.

Se dejan los moldes en remojo por espacio de 96 horas (o sea cuatro días) tomando lecturas de expansión cada 24 horas, con el trípode y el extensómetro.

Pasado este periodo, se sacan los moldes del agua, dejándolos por unos 15 min. en escurrimiento de agua de los mismos. Posteriormente registramos pesos en cada condición; en forma posterior deberán romperse o aplicarse cargas axiales a las probetas, en el marco con la gata hidráulica; debiéndose registrar alternadamente las lecturas de deformación y cargas de rotura.

FIGURA 15. GRÁFICO DE CBR



EQUIPO: Se utiliza el mismo equipo del ensayo de compactación.



CAPITULO III

PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se ha realizado Estudio de Suelos, realizando los siguientes ensayos; Análisis Granulométrico, Contenido de Humedad y Limites de Consistencia. Luego con estos datos se hizo una clasificación previa (Clasificación AASHTO) con la intención de poder determinar los suelos más desfavorables, como se muestra en la tabla de estudio de suelos.

Para el Estudio de Canteras, se realizó un reconocimiento de las zonas aledañas, ya que no se encontró material para afirmado en el emplazamiento de la vía, por lo que se ubicó dos cantera en las cercanías del centro poblado menor de campo Alegre.

3.1. RESULTADOS

A continuación presentaremos los resultados de las dos canteras, cada uno en un cuadro correspondiente.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO DE TESIS



FIGURA 16 - CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) - CANTERA CAMPO ALEGRE

| AASHTO T 193-63 | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|------------------|----------------------|--------------|------------------|----------------------|--------------|------------------|----------------------|--------------|------|
| MOLDE Nº | 1 | | | 2 | | | 3 | | | |
| Nº Capas | 5 | | | 5 | | | 5 | | | |
| Nº Golpes | 56 | | | 56 | | | 56 | | | |
| CONDICION DE MUESTRA | Antes de Empapar | | Después | Antes de Empapar | | Después | Antes de Empapar | | Después | |
| Pmolde(gr) | 6918.00 | | 6918.00 | 6918.00 | | 6918.00 | 6918.00 | | 6918.00 | |
| Pmolde+muestra húmeda(gr) | 12110.00 | | 12330.00 | 12010.00 | | 12167.00 | 11932.00 | | 12061.00 | |
| Pmuestra húmeda(gr) | 5192.00 | | 5412.00 | 5092.00 | | 5249.00 | 5014.00 | | 5143.00 | |
| Vmuestra húmeda(cm3) | 3302.11 | | 3302.11 | 3302.11 | | 3302.11 | 3302.11 | | 3302.11 | |
| Densidad húmeda(gr/cm3) | 1.57 | | 1.64 | 1.54 | | 1.59 | 1.52 | | 1.56 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | | | |
| Recipiente | 1-a | 1-b | 1-c | 2-a | 2-b | 2-c | 3-a | 3-b | 3-c | |
| Precipiente | 43.30 | 26.10 | 26.60 | 74.40 | 36.30 | 25.60 | 43.30 | 32.10 | 43.40 | |
| Precipiente+muestra húmeda(gr) | 133.28 | 86.27 | 103.80 | 132.75 | 101.30 | 108.10 | 125.40 | 109.60 | 130.15 | |
| Precipiente+muestra seca(gr) | 129.08 | 83.40 | 97.75 | 128.78 | 96.90 | 100.90 | 122.75 | 107.10 | 126.20 | |
| Pagua | 4.20 | 2.87 | 6.05 | 3.97 | 4.40 | 7.20 | 2.65 | 2.50 | 3.95 | |
| Pmuestra seca | 85.78 | 57.30 | 71.15 | 54.38 | 60.60 | 75.30 | 79.45 | 75.00 | 82.80 | |
| Contenido de Humedad(%) | 4.90 | 5.01 | 8.50 | 7.30 | 7.26 | 9.56 | 3.34 | 3.33 | 4.77 | |
| Contenido de Humedad Promedio(%) | 4.95 | | 8.50 | 7.28 | | 9.56 | 3.33 | | 4.77 | |
| Densida Seca(gr/cm3) | 1.50 | | 1.51 | 1.44 | | 1.45 | 1.47 | | 1.49 | |
| ENSAYO DE INCHAMIENTO | | | | | | | | | | |
| TIEMPO ACUMULADO | | MOLDE Nº 1 (hm=11.5) | | | MOLDE Nº 1 (hm=11.5) | | | MOLDE Nº 1 (hm=11.5) | | |
| | | LECTURA | HINCHAMIENTO | | LECTURA | HINCHAMIENTO | | LECTURA | HINCHAMIENTO | |
| HORAS | DIAS | DEFORM. | (mm) | (%) | DEFORM. | (mm) | (%) | DEFORM. | (mm) | (%) |
| 0 | 0 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.000 | 0.000 | 0.00 |
| 24 | 1 | 0.211 | 0.211 | 0.18 | 2.550 | 2.550 | 2.22 | 1.400 | 1.400 | 1.22 |
| 48 | 2 | 0.298 | 0.298 | 0.26 | 3.450 | 3.450 | 3.00 | 2.600 | 2.600 | 2.26 |
| 72 | 3 | 0.404 | 0.404 | 0.35 | 3.700 | 3.700 | 3.22 | 2.650 | 2.650 | 2.30 |
| 96 | 4 | 0.512 | 0.512 | 0.45 | 3.750 | 3.750 | 3.26 | 2.720 | 2.720 | 2.37 |

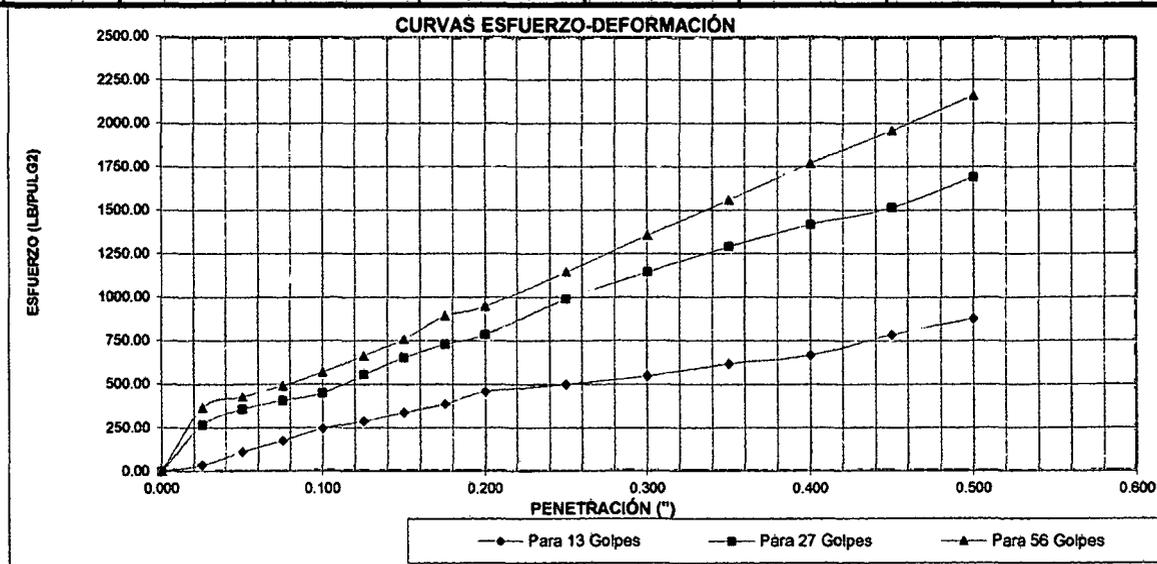


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO DE TESIS



FIGURA 17 - ENSAYO DE CARGA-PENETRACIÓN

| PENETRACIÓN | | MOLDE Nº 1 | | | MOLDE Nº 2 | | | MOLDE Nº 3 | | |
|-------------|---------|------------|-----------------------|-------------------------|------------|-----------------------|-------------------------|------------|-----------------------|-------------------------|
| (mm) | (Pulg.) | CARGA (Kg) | ESFUERZO | | CARGA (Kg) | ESFUERZO | | CARGA (Kg) | ESFUERZO | |
| | | | (Kg/cm ²) | (Lb/pulg ²) | | (Kg/cm ²) | (Lb/pulg ²) | | (Kg/cm ²) | (Lb/pulg ²) |
| 0.000 | 0.000 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 0.640 | 0.025 | 50 | 2.47 | 35.10 | 380 | 18.79 | 266.74 | 520 | 25.72 | 365.02 |
| 1.270 | 0.050 | 160 | 7.91 | 112.31 | 510 | 25.22 | 358.00 | 610 | 30.17 | 428.19 |
| 1.910 | 0.075 | 250 | 12.36 | 175.49 | 580 | 28.68 | 407.13 | 700 | 34.62 | 491.37 |
| 2.540 | 0.100 | 350 | 17.31 | 245.68 | 640 | 31.65 | 449.25 | 810 | 40.06 | 568.58 |
| 3.180 | 0.125 | 410 | 20.28 | 287.80 | 790 | 39.07 | 554.54 | 945 | 46.74 | 663.35 |
| 3.810 | 0.150 | 480 | 23.74 | 336.94 | 930 | 45.99 | 652.82 | 1080 | 53.41 | 758.11 |
| 4.450 | 0.175 | 550 | 27.20 | 386.07 | 1040 | 51.43 | 730.03 | 1270 | 62.81 | 891.48 |
| 5.080 | 0.200 | 650 | 32.15 | 456.27 | 1120 | 55.39 | 786.19 | 1350 | 66.77 | 947.64 |
| 6.350 | 0.250 | 710 | 35.11 | 498.39 | 1410 | 69.73 | 989.76 | 1630 | 80.61 | 1144.19 |
| 7.620 | 0.300 | 780 | 38.58 | 547.52 | 1630 | 80.61 | 1144.19 | 1930 | 95.45 | 1354.77 |
| 8.890 | 0.350 | 880 | 43.52 | 617.72 | 1840 | 91.00 | 1291.60 | 2220 | 109.79 | 1558.34 |
| 10.160 | 0.400 | 950 | 46.98 | 666.86 | 2020 | 99.90 | 1417.95 | 2520 | 124.63 | 1768.93 |
| 11.430 | 0.450 | 1120 | 55.39 | 786.19 | 2160 | 106.82 | 1516.22 | 2790 | 137.98 | 1958.45 |
| 12.700 | 0.500 | 1250 | 61.82 | 877.44 | 2410 | 119.19 | 1691.71 | 3080 | 152.32 | 2162.02 |





UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO DE TESIS

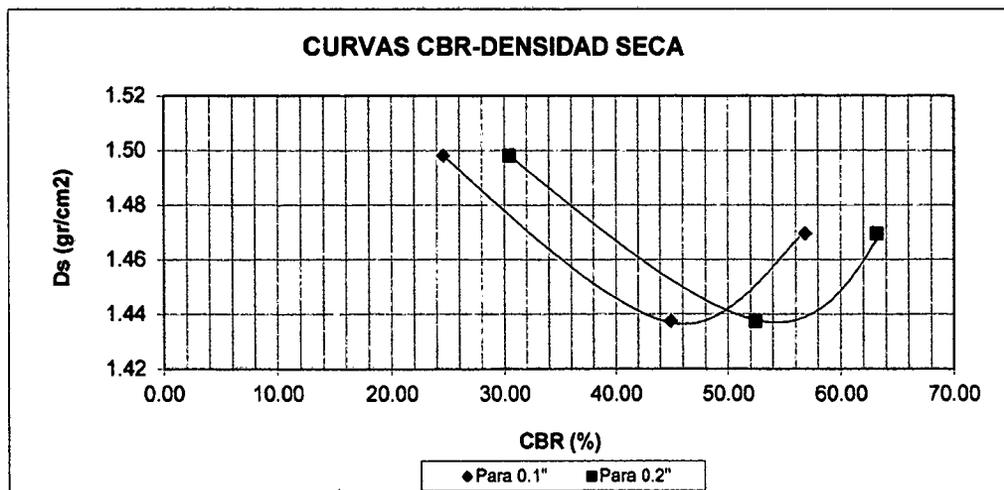


FIGURA 18 - C.B.R DE DISEÑO

| ESFUERZOS PARA 0.1" Y 0.2" | | | | | | |
|--|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| MOLDE Nº | MOLDE Nº 1 | | MOLDE Nº 2 | | MOLDE Nº 3 | |
| Penetración(") | 0.1" | 0.2" | 0.1" | 0.2" | 0.1" | 0.2" |
| Esfuerzo Terreno (Lb/Pulg ²) | 245.68 | 456.27 | 449.25 | 786.19 | 568.58 | 947.64 |
| Esfuerzo Patrón (Lb/Pulg ²) | 1000.00 | 1500.00 | 1000.00 | 1500.00 | 1000.00 | 1500.00 |
| CBR (%) | 24.57 | 30.42 | 44.93 | 52.41 | 56.86 | 63.18 |

| C.B.R. Y DENSIDAD SECA | | | | | | |
|--------------------------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|
| MOLDE Nº | MOLDE Nº 1 | | MOLDE Nº 2 | | MOLDE Nº 3 | |
| Penetración(") | 0.1" | 0.2" | 0.1" | 0.2" | 0.1" | 0.2" |
| CBR (%) | 24.57 | 30.42 | 44.93 | 52.41 | 56.86 | 63.18 |
| Ds (gr/cm ²) | 1.50 | 1.50 | 1.44 | 1.44 | 1.47 | 1.47 |

| GRAFICO | | | |
|-----------|------|-----------|------|
| PARA 0.1" | | PARA 0.2" | |
| CBR | Ds | CBR | Ds |
| 24.57 | 1.50 | 30.42 | 1.50 |
| 44.93 | 1.44 | 52.41 | 1.44 |
| 56.86 | 1.47 | 63.18 | 1.47 |



| | | |
|--------------|------|--------------------|
| Ds Máx = | 1.50 | gr/cm ² |
| 95% Ds Máx = | 1.42 | gr/cm ³ |

| | |
|------------|--------|
| CBR (0.1") | 42.12% |
| CBR (0.2") | 48.67% |

| | |
|-----------------|--------|
| CBR DE DISEÑO = | 42.12% |
|-----------------|--------|



FIGURA 19 - ENSAYO DE ABRASIÓN CANTERA CAMPO ALEGRE
(NORMA ASTM C 535)

| CANTIDAD DE MUESTRA EN GRAMOS | | | | |
|-------------------------------|---------------|-----------|-------|-------|
| TAMIZ | | GRADACIÓN | | |
| PASA (mm) | RETENIDO (mm) | 1 | 2 | 3 |
| 75(3") | 63(2 1/2") | 2500 | - | - |
| 63(2 1/2") | 50(2") | 2500 | - | - |
| 50(2") | 37.5(1 1/2") | 5000 | 5000 | - |
| 37.5(1 1/2") | 25(1") | - | 5000 | 5000 |
| 25(1") | 19(3/4") | - | - | 5000 |
| TOTAL | | 10000 | 10000 | 10000 |

| TAMIZADO | |
|--------------|---------------|
| MALLA (mm) | P. RETEN. (g) |
| 75(3") | - |
| 63(2 1/2") | - |
| 50(2") | 12320 |
| 37.5(1 1/2") | 6320 |
| 25(1") | 5890 |

Por deducción se elegirá la gradación 3

Es decir se hará rotar 1000 revoluciones a la Máquina de los Ángeles

| TAMIZ | | P.MUESTRA (g) |
|-----------------------|----------|---------------|
| PASA | RETENIDO | |
| 1 1/2" | 1" | 5020 |
| 1" | 3/4" | 5003 |
| TOTAL (gr) | | 10023 |
| RET. MALLA N° 12 (gr) | | 7421 |
| DESGASTE (%) | | 25.96 |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO DE TESIS



PROYECTO : "CONSTRUCCIÓN DE TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE AFIRMADO CAMPO ALEGRE - PEÑA BLANCA, DISTRITO DE NAMORA, PROVINCIA DE CAJAMARCA - CAJAMARCA"

TRAMO : CENTRO POBLADO CAMPO ALEGRE
UBICACIÓN : DIST. NAMORA - PROV. CAJAMARCA - DPTO. CAJAMARCA
MUESTRA : KM 00 + 000 (CANTERA CAMPO ALEGRE)
ESTRATO : ÚNICO
FECHA : C / 15 / 12 / 2012

FIGURA 20 - ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
NORMA: ASTM D 421

| MUESTRA : 1000.00 gr. | | | | | |
|-----------------------|------------|----------|--------|--------|------------|
| Nº | TAMIZ (mm) | PRP (gr) | %RP | %RA | % QUE PASA |
| 3" | 75.00 | | | | |
| 2 1/2" | 63.00 | | | | |
| 2" | 50.00 | | | | |
| 1 1/2" | 38.10 | | | | |
| 1" | 25.00 | | | | 100.00 |
| 1/2" | 12.70 | 236.15 | 23.62 | 23.62 | 76.39 |
| 1/4" | 6.35 | 221.15 | 22.12 | 45.73 | 54.27 |
| Nº4 | 4.75 | 52.05 | 5.21 | 50.94 | 49.07 |
| N 10 | 2.00 | 104.00 | 10.40 | 61.34 | 38.67 |
| N 20 | 0.85 | 61.80 | 6.18 | 67.52 | 32.49 |
| N 40 | 0.43 | 60.05 | 6.01 | 73.52 | 26.48 |
| N 60 | 0.25 | 62.20 | 6.22 | 79.74 | 20.26 |
| N 100 | 0.15 | 136.20 | 13.62 | 93.36 | 6.64 |
| N 200 | 0.08 | 51.60 | 5.16 | 98.52 | 1.48 |
| CAZOLETA | -- | 14.8 | 1.48 | 100.00 | 0.00 |
| TOTAL | | 1000.00 | 100.00 | | |

FIGURA 22

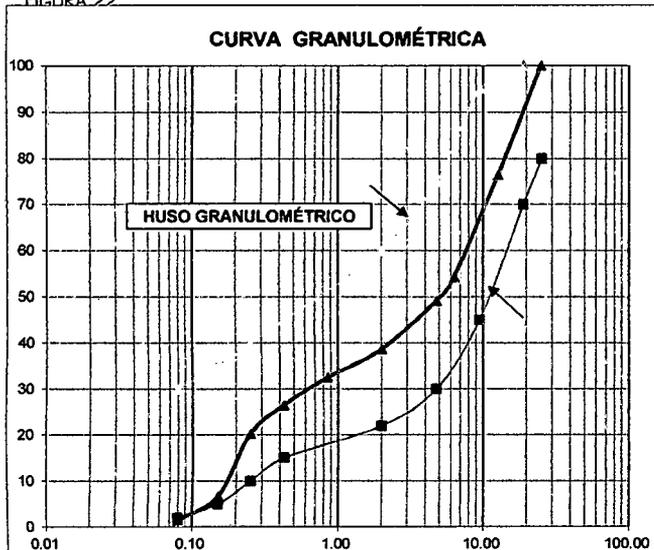


FIGURA 24 - CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD
NORMA: ASTM D 2216

| | |
|--------------|---------|
| W t (gr) | 95.00 |
| Wmh + t (gr) | 1030.00 |
| Wms + t (gr) | 988.00 |
| Wms | 893.00 |
| Ww | 42.00 |
| W(%) | 4.70 |

FIGURA 27 - PESO ESPECIFICO DE ARENA GRUESA Y GRAVA
NORMA: MTC-E-206-2000

| MUESTRA | M1 | M2 |
|-----------------|--------|--------|
| Ws (g) | 70.51 | 78.29 |
| Vi (cm3) | 618.00 | 508.00 |
| Vf (cm3) | 646.00 | 539.00 |
| Pe (g/cm3) | 2.52 | 2.53 |
| Pe prom (g/cm3) | 2.52 | |

FIGURA 21 - LÍMITES DE CONSISTENCIA
NORMA ASTM D 4318

| PESOS | LÍMITE LÍQUIDO | | | LÍMITE PLÁSTICO | |
|--------------|----------------|-------|--------|-----------------|-------|
| | LL1 | LL2 | LL3 | LP1 | LP2 |
| Wt (gr) | 30.31 | 47.39 | 78.30 | 30.30 | 47.38 |
| Wmh + t (gr) | 49.30 | 78.86 | 106.32 | 56.92 | 89.58 |
| Wms + t (gr) | 46.31 | 74.40 | 103.00 | 54.11 | 85.18 |
| Wms (gr) | 16.00 | 27.01 | 24.70 | 23.81 | 37.80 |
| Ww (gr) | 2.99 | 4.46 | 3.32 | 2.81 | 4.40 |
| W(%) | 18.69 | 16.51 | 13.44 | 11.80 | 11.64 |
| N.GOLPES | 17 | 24 | 35 | | |
| LL/PL | 16.21 | | | 11.72 | |

FIGURA 23

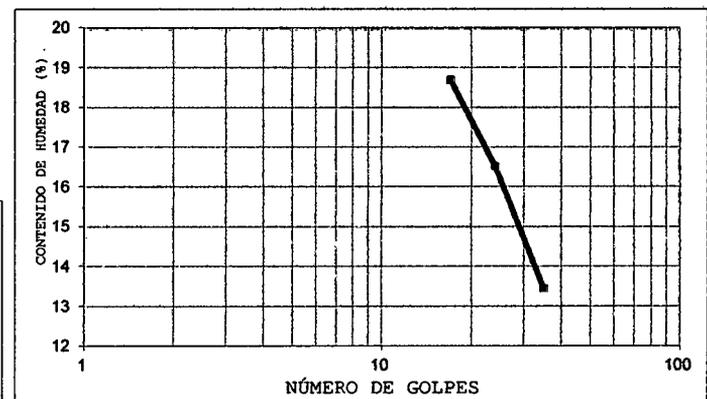


FIGURA 25 - CLASIFICACIÓN DEL SUELO POR LOS SISTEMAS SUCS Y AASHTO
NORMA: ASTM D2487 AASHTO M 145

| % PASA | LL | LP | IP | IG | CLASIFICACION | |
|---------------|-------|-------|------|----|---------------|------|
| MALLA 200 (%) | (%) | (%) | (%) | | AASHTO | SUCS |
| 1.48 | 16.21 | 11.72 | 4.49 | 0 | A-2-4 (0) | GP |

FIGURA 26 - PESO ESPECIFICO

PESO ESPECIFICO DE MATERIAL FINO

NORMA: ASTM D854, AASHTO T100, MTC E113-1999, NTP 339-131

| MUESTRA | M1 | M2 |
|-----------------|--------|--------|
| Wms (g) | 100.00 | 100.00 |
| Wfw (g) | 665.00 | 665.00 |
| Wfws (g) | 727.00 | 726.00 |
| Pe (g/cm3) | 2.63 | 2.56 |
| Pe prom (g/cm3) | 2.60 | |

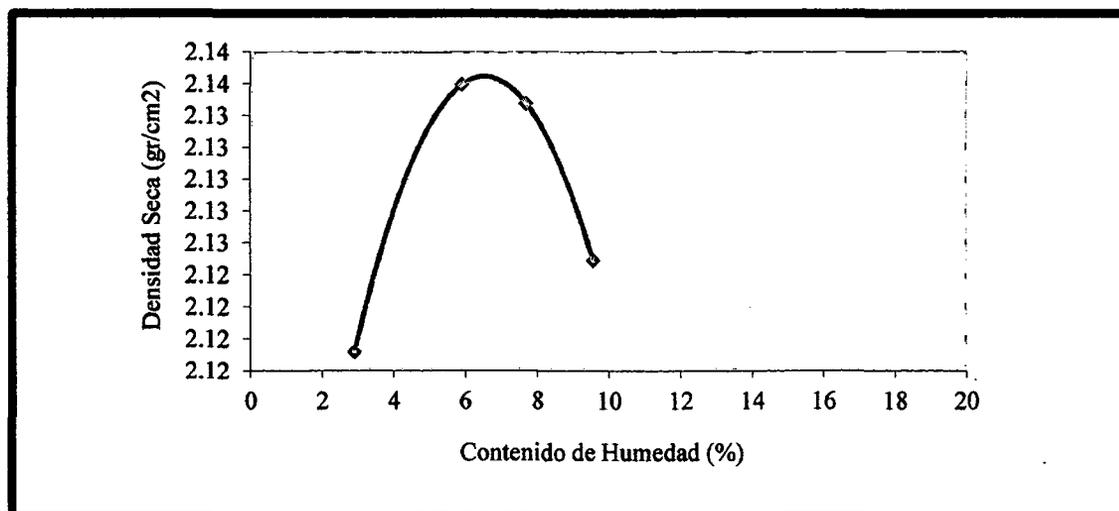
FIGURA 28 - PESO ESPECIFICO DE PIEDRA
NORMA: MTC-E-206-2000

| MUESTRA | M1 | M2 |
|-----------------|--------|--------|
| Waire (g) | 118.02 | 121.08 |
| Wsum (g) | 73.04 | 75.44 |
| Pe (g/cm3) | 2.62 | 2.65 |
| Pe prom (g/cm3) | 2.64 | |



FIGURA 29 - PROCTOR DE CANTERA CAMPO ALEGRE

| ASTM D 1557-91 (98) AASHTO T 180-70 MTC E 115-2000 (METODO C) | | | | | | | | |
|---|----------|-------|----------|-------|----------|--------|----------|--------|
| PUNTO | P1 | | P2 | | P3 | | P4 | |
| Nº Capas | 5 | | 5 | | 5 | | 5 | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | 56 | | 56 | | 56 | |
| Pmolde(gr) | 6918.00 | | 6918.00 | | 6918.00 | | 6918.00 | |
| Pmolde+muestra húmeda(gr) | 14118.00 | | 14388.00 | | 14509.00 | | 14605.00 | |
| Pmuestra húmeda(gr) | 7200.00 | | 7470.00 | | 7591.00 | | 7687.00 | |
| Vmuestra húmeda(cm3) | 3302.11 | | 3302.11 | | 3302.11 | | 3302.11 | |
| Densidad húmeda(gr/cm3) | 2.18 | | 2.26 | | 2.30 | | 2.33 | |
| Recipiente | a | b | c | d | e | f | g | h |
| Precipiente | 44.20 | 40.60 | 42.80 | 43.50 | 44.20 | 40.70 | 43.40 | 43.10 |
| Precipiente+muestra húmeda(gr) | 85.57 | 98.45 | 131.31 | 95.83 | 78.57 | 103.04 | 112.82 | 134.71 |
| Precipiente+muestra seca(gr) | 84.52 | 96.67 | 125.92 | 93.18 | 75.97 | 98.86 | 106.82 | 126.65 |
| Pagua | 1.05 | 1.78 | 5.39 | 2.65 | 2.60 | 4.18 | 6.00 | 8.06 |
| Pmuestra seca | 40.32 | 56.07 | 83.12 | 49.68 | 31.77 | 58.16 | 63.42 | 83.55 |
| Contenido de Humedad(%) | 2.60 | 3.17 | 6.48 | 5.33 | 8.18 | 7.19 | 9.46 | 9.65 |
| Contenido de Humedad Promedio(%) | 2.89 | | 5.91 | | 7.69 | | 9.55 | |
| Densida Seca(gr/cm3) | 2.12 | | 2.14 | | 2.13 | | 2.12 | |



| |
|---|
| $D_s \text{ Máx (gr/cm}^2\text{)} = 2.14$ |
| $W\%(\text{óptimo}) = 6.26\%$ |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO DE TESIS



FIGURA 30 - CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) - CANTERA PEÑA BLANCA

| AASHTO T 193-63 | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|------------------|----------------------|--------------|------------------|----------------------|--------------|------------------|----------------------|--------------|------|
| MOLDE Nº | 1 | | | 2 | | | 3 | | | |
| Nº Capas | 5 | | | 5 | | | 5 | | | |
| Nº Golpes | 56 | | | 56 | | | 56 | | | |
| CONDICION DE MUESTRA | Antes de Empapar | | Después | Antes de Empapar | | Después | Antes de Empapar | | Después | |
| Pmolde(gr) | 6918.00 | | 6918.00 | 6918.00 | | 6918.00 | 6918.00 | | 6920.00 | |
| Pmolde+muestra húmeda(gr) | 12110.00 | | 12334.00 | 12006.00 | | 12162.00 | 11936.00 | | 12066.00 | |
| Pmuestra húmeda(gr) | 4688.00 | | 5416.00 | 5088.00 | | 5244.00 | 5018.00 | | 5146.00 | |
| Vmuestra húmeda(cm3) | 3302.11 | | 3302.11 | 3302.11 | | 3302.11 | 3302.11 | | 3302.11 | |
| Densidad húmeda(gr/cm3) | 1.42 | | 1.64 | 1.54 | | 1.59 | 1.52 | | 1.56 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | | | | |
| Recipiente | 1-a | 1-b | 1-c | 2-a | 2-b | 2-c | 3-a | 3-b | 3-c | |
| Precipiente | 43.30 | 26.10 | 26.60 | 74.40 | 36.30 | 25.60 | 43.30 | 32.10 | 43.40 | |
| Precipiente+muestra húmeda(gr) | 133.30 | 86.30 | 105.40 | 132.70 | 101.20 | 109.00 | 128.40 | 112.30 | 135.10 | |
| Precipiente+muestra seca(gr) | 129.10 | 83.40 | 97.80 | 128.70 | 96.80 | 100.80 | 122.70 | 107.00 | 126.20 | |
| Pagua | 4.20 | 2.90 | 7.60 | 4.00 | 4.40 | 8.20 | 5.70 | 5.30 | 8.90 | |
| Pmuestra seca | 85.80 | 57.30 | 71.20 | 54.30 | 60.50 | 75.20 | 79.40 | 74.90 | 82.80 | |
| Contenido de Humedad(%) | 4.90 | 5.06 | 10.67 | 7.37 | 7.27 | 10.90 | 7.18 | 7.08 | 10.75 | |
| Contenido de Humedad Promedio(%) | 4.98 | | 10.67 | 7.32 | | 10.90 | 7.13 | | 10.75 | |
| Densida Seca(gr/cm3) | 1.35 | | 1.48 | 1.44 | | 1.43 | 1.42 | | 1.41 | |
| ENSAYO DE INCHAMIENTO | | | | | | | | | | |
| TIEMPO ACUMULADO | | MOLDE Nº 1 (hm=11.5) | | | MOLDE Nº 1 (hm=11.5) | | | MOLDE Nº 1 (hm=11.5) | | |
| | | LECTURA | HINCHAMIENTO | | LECTURA | HINCHAMIENTO | | LECTURA | HINCHAMIENTO | |
| HORAS | DIAS | DEFORM. | (mm) | (%) | DEFORM. | (mm) | (%) | DEFORM. | (mm) | (%) |
| 0 | 0 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.000 | 0.000 | 0.00 |
| 24 | 1 | 0.201 | 0.201 | 0.17 | 2.500 | 2.500 | 2.17 | 1.400 | 1.400 | 1.22 |
| 48 | 2 | 0.299 | 0.299 | 0.26 | 3.450 | 3.450 | 3.00 | 2.600 | 2.600 | 2.26 |
| 72 | 3 | 0.402 | 0.402 | 0.35 | 3.650 | 3.650 | 3.17 | 2.600 | 2.600 | 2.26 |
| 96 | 4 | 0.509 | 0.509 | 0.44 | 3.700 | 3.700 | 3.22 | 2.770 | 2.770 | 2.41 |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO DE TESIS



FIGURA 31 - ENSAYO DE CARGA-PENETRACIÓN

| PENETRACIÓN | | MOLDE Nº 1 | | | MOLDE Nº 2 | | | MOLDE Nº 3 | | |
|-------------|---------|------------|------------------------------|--------|------------|------------------------------|---------|------------|------------------------------|---------|
| (mm) | (Pulg.) | CARGA (Kg) | ESFUERZO (Kg/cm2) (Lb/pulg2) | | CARGA (Kg) | ESFUERZO (Kg/cm2) (Lb/pulg2) | | CARGA (Kg) | ESFUERZO (Kg/cm2) (Lb/pulg2) | |
| 0.000 | 0.000 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 0.640 | 0.025 | 50 | 2.47 | 35.10 | 390 | 19.29 | 273.76 | 496 | 24.53 | 348.17 |
| 1.270 | 0.050 | 160 | 7.91 | 112.31 | 450 | 22.26 | 315.88 | 500 | 24.73 | 350.98 |
| 1.910 | 0.075 | 250 | 12.36 | 175.49 | 580 | 28.68 | 407.13 | 620 | 30.66 | 435.21 |
| 2.540 | 0.100 | 350 | 17.31 | 245.68 | 680 | 33.63 | 477.33 | 730 | 36.10 | 512.43 |
| 3.180 | 0.125 | 410 | 20.28 | 287.80 | 780 | 38.58 | 547.52 | 840 | 41.54 | 589.64 |
| 3.810 | 0.150 | 480 | 23.74 | 336.94 | 930 | 45.99 | 652.82 | 960 | 47.48 | 673.88 |
| 4.450 | 0.175 | 550 | 27.20 | 386.07 | 1060 | 52.42 | 744.07 | 1130 | 55.89 | 793.21 |
| 5.080 | 0.200 | 650 | 32.15 | 456.27 | 1180 | 58.36 | 828.31 | 1280 | 63.30 | 898.50 |
| 6.350 | 0.250 | 710 | 35.11 | 498.39 | 1420 | 70.23 | 996.78 | 1620 | 80.12 | 1137.17 |
| 7.620 | 0.300 | 780 | 38.58 | 547.52 | 1625 | 80.37 | 1140.68 | 1930 | 95.45 | 1354.77 |
| 8.890 | 0.350 | 880 | 43.52 | 617.72 | 1840 | 91.00 | 1291.60 | 2230 | 110.29 | 1565.36 |
| 10.160 | 0.400 | 950 | 46.98 | 666.86 | 1990 | 98.42 | 1396.89 | 2520 | 124.63 | 1768.93 |
| 11.430 | 0.450 | 1120 | 55.39 | 786.19 | 2160 | 106.82 | 1516.22 | 2790 | 137.98 | 1958.45 |
| 12.700 | 0.500 | 1250 | 61.82 | 877.44 | 2390 | 118.20 | 1677.67 | 3030 | 149.85 | 2126.92 |

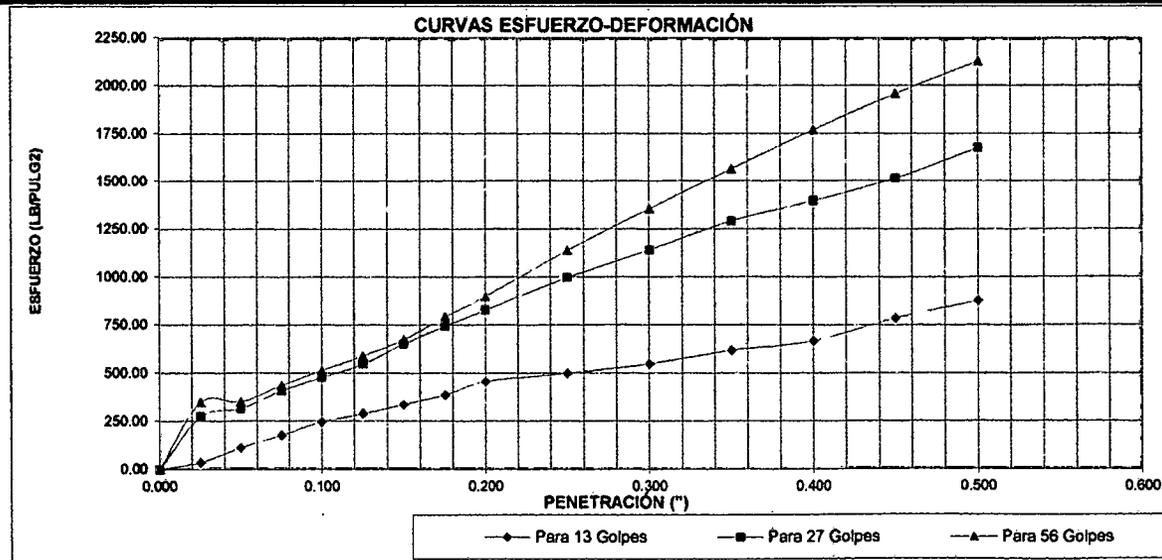


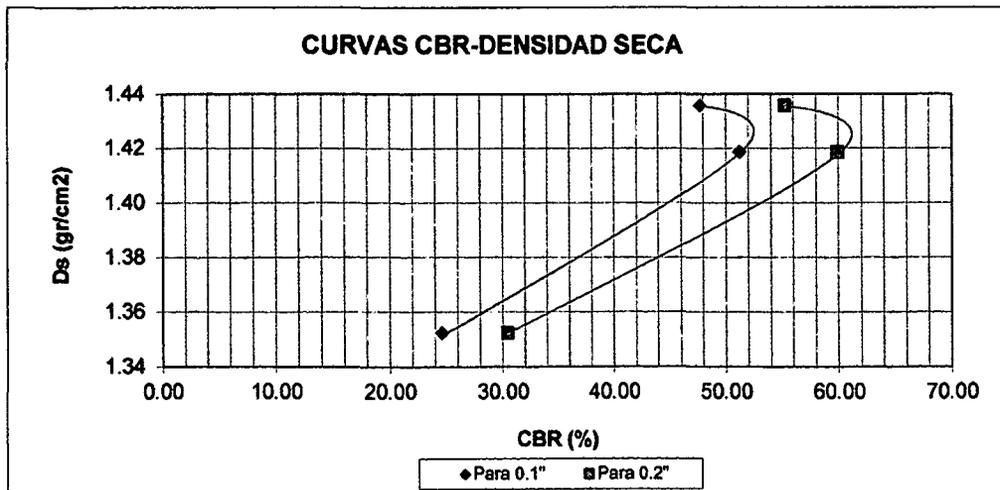


FIGURA 32 - C.B.R DE DISEÑO

| ESFUERZOS PARA 0.1" Y 0.2" | | | | | | |
|--|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| MOLDE Nº | MOLDE Nº 1 | | MOLDE Nº 2 | | MOLDE Nº 3 | |
| Penetración(") | 0.1" | 0.2" | 0.1" | 0.2" | 0.1" | 0.2" |
| Esfuerzo Terreno (Lb/Pulg ²) | 245.68 | 456.27 | 477.33 | 828.31 | 512.43 | 898.50 |
| Esfuerzo Patrón (Lb/Pulg ²) | 1000.00 | 1500.00 | 1000.00 | 1500.00 | 1000.00 | 1500.00 |
| CBR (%) | 24.57 | 30.42 | 47.73 | 55.22 | 51.24 | 59.90 |

| C.B.R. Y DENSIDAD SECA | | | | | | |
|--------------------------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|
| MOLDE Nº | MOLDE Nº 1 | | MOLDE Nº 2 | | MOLDE Nº 3 | |
| Penetración(") | 0.1" | 0.2" | 0.1" | 0.2" | 0.1" | 0.2" |
| CBR (%) | 24.57 | 30.42 | 47.73 | 55.22 | 51.24 | 59.90 |
| Ds (gr/cm ²) | 1.35 | 1.35 | 1.44 | 1.44 | 1.42 | 1.42 |

| GRAFICO | | | |
|-----------|------|-----------|------|
| PARA 0.1" | | PARA 0.2" | |
| CBR | Ds | CBR | Ds |
| 24.57 | 1.35 | 30.42 | 1.35 |
| 47.73 | 1.44 | 55.22 | 1.44 |
| 51.24 | 1.42 | 59.90 | 1.42 |



| | | |
|--------------|------|--------------------|
| Ds Máx = | 1.44 | gr/cm ² |
| 95% Ds Máx = | 1.36 | gr/cm ² |

| | |
|------------|--------|
| CBR (0.1") | 41.18% |
| CBR (0.2") | 48.51% |

| | |
|-----------------|--------|
| CBR DE DISEÑO = | 41.18% |
|-----------------|--------|



FIGURA 33 - ENSAYO DE ABRASIÓN CANTERA PEÑA BLANCA
(NORMA ASTM C 535)

| CANTIDAD DE MUESTRA EN GRAMOS | | | | |
|-------------------------------|---------------|-----------|-------|-------|
| TAMIZ | | GRADACIÓN | | |
| PASA (mm) | RETENIDO (mm) | 1 | 2 | 3 |
| 75(3") | 63(2 1/2") | 2500 | - | - |
| 63(2 1/2") | 50(2") | 2500 | - | - |
| 50(2") | 37.5(1 1/2") | 5000 | 5000 | - |
| 37.5(1 1/2") | 25(1") | - | 5000 | 5000 |
| 25(1") | 19(3/4") | - | - | 5000 |
| TOTAL | | 10000 | 10000 | 10000 |

| TAMIZADO | |
|--------------|---------------|
| MALLA (mm) | P. RETEN. (g) |
| 75(3") | - |
| 63(2 1/2") | - |
| 50(2") | 12320 |
| 37.5(1 1/2") | 6320 |
| 25(1") | 5890 |

Por deducción se elegirá la gradación 3

Es decir se hará rotar 1000 revoluciones a la Máquina de los Ángeles

| TAMIZ | | P. MUESTRA (g) |
|-----------------------|----------|----------------|
| PASA | RETENIDO | |
| 1 1/2" | 1" | 5020 |
| 1" | 3/4" | 5003 |
| TOTAL (gr) | | 10021 |
| RET. MALLA N° 12 (gr) | | 7439 |
| DESGASTE (%) | | 25.77 |



PROYECTO : "CONSTRUCCIÓN DE TROCHA CARROZABLE A NIVEL DE AFIRMADO CAMPO ALEGRE - PEÑA BLANCA, DISTRITO DE NAMORA, PROVINCIA DE CAJAMARCA - CAJAMARCA"

TRAMO : CENTRO POBLADO CAMPO ALEGRE
UBICACIÓN : DIST. NAMORA - PROV. CAJAMARCA - DPTO. CAJAMARCA
MUESTRA : KM 04 + 450 (CANTERA PEÑA BLANCA)
ESTRATO : ÚNICO
FECHA : C / 21 / 12 / 2012

FIGURA 34 - ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
NORMA: ASTM D 421

| MUESTRA : 1000.00 gr. | | | | | |
|-----------------------|-----------|----------|--------|--------|------------|
| Nº | TAMIZ | PRP (gr) | %RP | %RA | % QUE PASA |
| | ABER.(mm) | | | | |
| 3" | 75.00 | | | | |
| 2 1/2" | 63.00 | | | | |
| 2" | 50.00 | | | | |
| 1 1/2" | 38.10 | | | | |
| 1" | 25.00 | | | | 100.00 |
| 1/2" | 12.70 | 236.10 | 23.61 | 23.61 | 76.39 |
| 1/4" | 6.35 | 221.20 | 22.12 | 45.73 | 54.27 |
| Nº4 | 4.75 | 52.00 | 5.20 | 50.93 | 49.07 |
| N 10 | 2.00 | 104.30 | 10.43 | 61.36 | 38.64 |
| N 20 | 0.85 | 61.80 | 6.18 | 67.54 | 32.46 |
| N 40 | 0.43 | 60.00 | 6.00 | 73.54 | 26.46 |
| N 60 | 0.25 | 62.70 | 6.27 | 79.81 | 20.19 |
| N 100 | 0.15 | 136.20 | 13.62 | 93.43 | 6.57 |
| N 200 | 0.08 | 51.60 | 5.16 | 98.59 | 1.41 |
| CAZOLETA | -- | 14.1 | 1.41 | 100.00 | 0.00 |
| TOTAL | | 1000.00 | 100.00 | | |

FIGURA 36

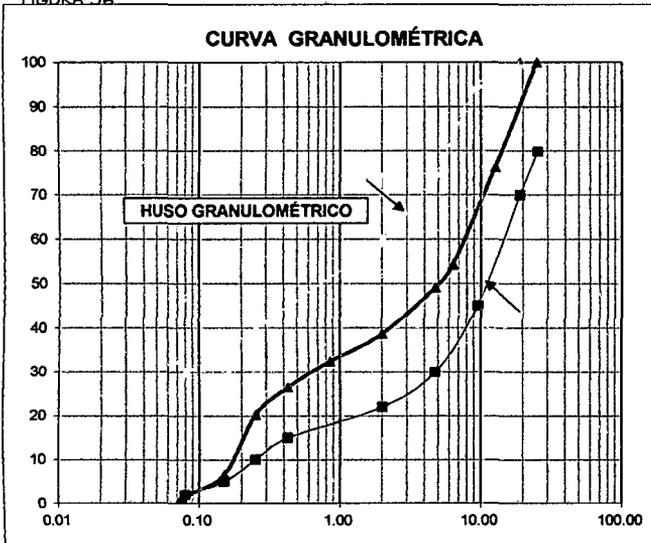


FIGURA 38 - CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD
NORMA: ASTM D 2216

| | |
|--------------|---------|
| W t (gr) | 85.00 |
| Wmh + t (gr) | 1023.00 |
| Wms + t (gr) | 980.00 |
| Wms | 895.00 |
| Ww | 43.00 |
| W(%) | 4.80 |

FIGURA 41 - PESO ESPECIFICO DE ARENA GRUESA Y GRAVA
NORMA: MTC-E-206-2000

| MUESTRA | M1 | M2 |
|-----------------|--------|--------|
| Ws (g) | 75.50 | 82.30 |
| Vi (cm3) | 623.00 | 512.00 |
| Vf (cm3) | 652.00 | 543.00 |
| Pe (g/cm3) | 2.60 | 2.65 |
| Pe prom (g/cm3) | 2.63 | |

FIGURA 35 - LÍMITES DE CONSISTENCIA
NORMA ASTM D 4318

| PESOS | LÍMITE LÍQUIDO | | | LÍMITE PLÁSTICO | |
|--------------|----------------|-------|--------|-----------------|-------|
| | LL1 | LL2 | LL3 | LP1 | LP2 |
| Wt (gr) | 26.30 | 43.40 | 74.30 | 26.30 | 43.40 |
| Wmh + t (gr) | 45.30 | 74.90 | 102.30 | 52.90 | 85.60 |
| Wms + t (gr) | 42.30 | 70.40 | 99.00 | 50.10 | 81.20 |
| Wms (gr) | 16.00 | 27.00 | 24.70 | 23.80 | 37.80 |
| W w (gr) | 3.00 | 4.50 | 3.30 | 2.80 | 4.40 |
| W(%) | 18.75 | 16.67 | 13.36 | 11.76 | 11.64 |
| N.GOLPES | 18 | 23 | 35 | | |
| LL/LP | 16.42 | | | 11.70 | |

FIGURA 37

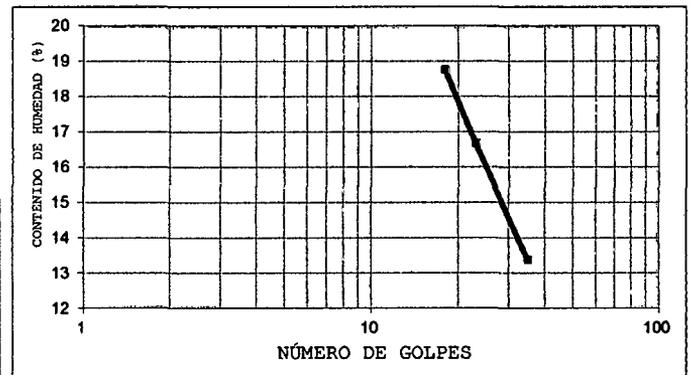


FIGURA 39 - CLASIFICACIÓN DEL SUELO POR LOS SISTEMAS SUCS Y AASHTO
NORMA: ASTM D2487 AASHTO M 145

| % PASA MALLA 200 | LL (%) | LP (%) | IP (%) | IG | CLASIFICACION | |
|------------------|--------|--------|--------|----|---------------|------|
| | | | | | AASHTO | SUCS |
| 1.41 | 16.42 | 11.70 | 4.72 | 0 | A-2-4 (0) | GP |

FIGURA 40 - PESO ESPECIFICO

PESO ESPECIFICO DE MATERIAL FINO

NORMA: ASTM D854, AASHTO T100, MTC E113-1999, NTP 339-131

| MUESTRA | M1 | M2 |
|-----------------|--------|--------|
| Wms (g) | 85.00 | 88.00 |
| Wfw (g) | 625.00 | 725.00 |
| Wfws (g) | 677.00 | 779.00 |
| Pe (g/cm3) | 2.58 | 2.59 |
| Pe prom (g/cm3) | 2.58 | |

FIGURA 42 - PESO ESPECIFICO DE PIEDRA

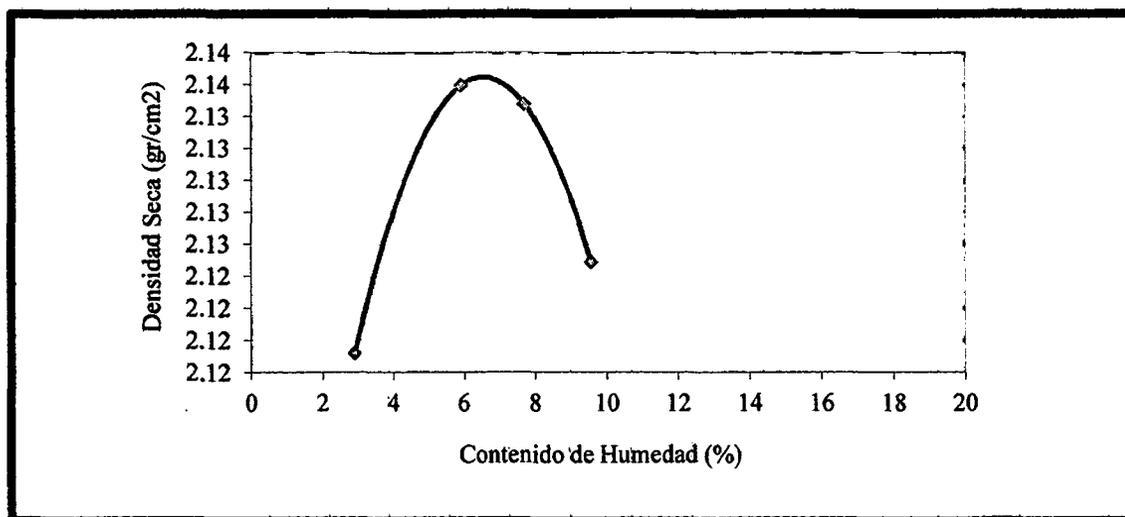
NORMA: MTC-E-206-2000

| MUESTRA | M1 | M2 |
|-----------------|--------|--------|
| Waire (g) | 117.00 | 121.39 |
| Wsum (g) | 72.00 | 75.44 |
| Pe (g/cm3) | 2.60 | 2.64 |
| Pe prom (g/cm3) | 2.62 | |



FIGURA 29 - PROCTOR DE CANTERA CAMPO ALEGRE

| ASTM D 1557-91 (98) AASHTO T 180-70 MTC E 115-2000 (METODO C) | | | | | | | | |
|---|----------|-------|----------|-------|----------|--------|----------|--------|
| PUNTO | P1 | | P2 | | P3 | | P4 | |
| Nº Capas | 5 | | 5 | | 5 | | 5 | |
| Nº Golpes por capa | 56 | | 56 | | 56 | | 56 | |
| Pmolde(gr) | 6918.00 | | 6918.00 | | 6918.00 | | 6918.00 | |
| Pmolde+muestra húmeda(gr) | 14118.00 | | 14388.00 | | 14509.00 | | 14605.00 | |
| Pmuestra húmeda(gr) | 7200.00 | | 7470.00 | | 7591.00 | | 7687.00 | |
| Vmuestra húmeda(cm3) | 3302.11 | | 3302.11 | | 3302.11 | | 3302.11 | |
| Densidad húmeda(gr/cm3) | 2.18 | | 2.26 | | 2.30 | | 2.33 | |
| Recipiente | a | b | c | d | e | f | g | h |
| Precipiente | 44.20 | 40.60 | 42.80 | 43.50 | 44.20 | 40.70 | 43.40 | 43.10 |
| Precipiente+muestra húmeda(gr) | 85.57 | 98.45 | 131.31 | 95.83 | 78.57 | 103.04 | 112.82 | 134.71 |
| Precipiente+muestra seca(gr) | 84.52 | 96.67 | 125.92 | 93.18 | 75.97 | 98.86 | 106.82 | 126.65 |
| Pagua | 1.05 | 1.78 | 5.39 | 2.65 | 2.60 | 4.18 | 6.00 | 8.06 |
| Pmuestra seca | 40.32 | 56.07 | 83.12 | 49.68 | 31.77 | 58.16 | 63.42 | 83.55 |
| Contenido de Humedad(%) | 2.60 | 3.17 | 6.48 | 5.33 | 8.18 | 7.19 | 9.46 | 9.65 |
| Contenido de Humedad Promedio(%) | 2.89 | | 5.91 | | 7.69 | | 9.55 | |
| Densida Seca(gr/cm3) | 2.12 | | 2.14 | | 2.13 | | 2.12 | |



| |
|---|
| $D_s \text{ Máx (gr/cm}^2\text{)} = 2.14$ |
| $W\%(\text{óptimo}) = 6.26\%$ |



3.2. RESUMEN

A continuación presentamos un resumen de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio

Resultado del suelo más representativo:

FIGURA 44

| CLASIFICACIÓN | | ENSAYO DE COMPACTACIÓN | | CBR % | PESO ESPECÍFICO g/cm ³ |
|-------------------|-----------|----------------------------|-------------|-------------|---|
| ASHTO | SUCS | Dsmáx g/cm ³ | W % | | |
| A-7-5 (20) | ML | 1.53 | 17.8 | 3.62 | 2.31 |



Resultado de canteras:

FIGURA 45

| CANTERAS | W % | LIMITES DE CONSISTENCIA | | | AASHTO | PROCTOR | | CBR % | ABRASION Desgaste (%) |
|-------------------|------|-------------------------|-------|------|-----------|--------------------------|---------|-------|--------------------------|
| | | L.L. | L.P. | I.P. | | Ds (gr/cm ³) | Opt. W% | | |
| Cant. Cam. Alegre | 4.70 | 16.21 | 11.72 | 4.49 | A-2-4 (0) | 2.14 | 6.26 | 42.12 | 25.96 |
| Cant. Peña Blanca | 4.80 | 16.42 | 11.7 | 4.72 | A-2-4 (0) | 2.13 | 8.00 | 41.18 | 25.77 |

3.3. CARACTERÍSTICAS DEL PAVIMENTO

Terreno de fundación

Afirmado : 0.30 m.

Teniendo en cuenta la estratigrafía del terreno se observa que el material de corte puede ser usado como material de relleno en el momento de la conformación de los terraplenes.



OBRAS DE ARTE

| | | |
|-----------------------|---|------------|
| Tipo de cuneta | : | Triangular |
| Número de aliviaderos | : | 16 |
| Badenes | : | 01 |

3.4. SEÑALIZACION

| | | |
|----------------------|---|----|
| Señales Informativas | : | 06 |
| Señales Reguladoras | : | 11 |
| Señales preventivas | : | 38 |
| Hitos Kilométricos | : | 06 |



CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- ❖ Las canteras Campo Alegre Y Peña Blanca, pueden ser utilizados como material de afirmado.
- ❖ Los valores de las propiedades físico mecánicas de las canteras obtenidos en el laboratorio, se encuentran dentro de los parámetros especificados para un material de afirmado, con respecto a las Especificaciones Técnicas Generales EG – 2000, Ministerio de Transportes (fig. 8).



RECOMENDACIONES

- ❖ Es recomendable de que para utilizar los materiales de las diversas canteras como afirmado, previamente se las debe analizar y contrastar con las Especificaciones Técnicas Generales EG – 2000, Ministerio de Transportes (fig. 8).

- ❖ Cuando los materiales provenientes de las canteras, no cumplen con la granulometría indicada en la EG – 2000 – MTC, se debe mezclarlo con materiales de otra cantera.



CAPITULO V

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Carreteras Diseño Moderno –José Céspedes Abanto – Editorial Universitaria UNC – Año 2001.
- ❖ Manual para el Diseño de Caminos no Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito – Año 2005.
- ❖ Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG- 2001. – Año 2001.
- ❖ Los Pavimentos en las Vías Terrestres Calles, Carreteras y Aeropistas – José Céspedes Abanto – Editorial Universitaria UNC – Año 2002.
- ❖ Técnicas de Levantamiento Topográfico – Félix García Gálvez – Año 2002.
- ❖ Manual de Laboratorio de Mecánica de Suelos – Rosa Haydee Llique Mondragón – Editorial Universitaria UNC – Año 2003.
- ❖ Mecánica de Suelos – Meter Huyen Wihem – Año 1996.



- ❖ Manual de Ensayos de Laboratorio EM 200 V-I (MTC) – Año 2000.

- ❖ Mecánica de Suelos y Diseño de Pavimentos – Ing. Samuel Mora Quiñones – Año 1998.

- ❖ Costos y Presupuestos de Obras – Miguel Salinas Seminario – Editorial Miano – Año 2004.

- ❖ Autodesk Land Desktop, Civil Design, Survey, Raster Design 2005 – Augusto García – Editorial Macro – Año 2010.

- ❖ Manual de Diseño Estructural de Pavimentos – Javier Llorac Vargas – Año 1985.

- ❖ Manual Provisional de Diseño de Estructuras de Pavimento de AASHTO, Año 1972.

- ❖ Hidrología Aplicada – Ven Te Chow – Año 1994.

- ❖ Hidrología de Superficie – Oswaldo Ortiz Vera – Año 1994.

- ❖ Guía práctica de Auto CAD 2010 – Orlando Huánuco López – Editorial Rítisa – Año 2010.



- ❖ **Elaboración de Costos y Presupuestos con S10 2003 – Olger Ugarte Contreras – Editorial Macro – Año 2005.**

- ❖ **Apuntes de clases en aulas universitarias, asignaturas varias.**



CAPITULO VI

ANEXOS

1. CONSIDERACIONES AMBIENTALES

1.1. IMPACTO AMBIENTAL.

1.1.1. LINEAMIENTOS GENERALES

Los estudios de impacto ambiental deben tener como objetivo genérico la mejora de todo el entorno de la carretera de manera que el impacto negativo se reduzca a la mínima expresión, o incluso que se aumente la riqueza de flora y fauna de la zona. (Céspedes, J. 2001.)

1.1.2. MATRICES

Las matrices pueden ser consideradas como listas de control bidimensionales: en una dimensión se muestran las características individuales de un proyecto (actividades propuestas, elementos de impacto, etc.), mientras que en la otra dimensión se identifican las categorías ambientales que pueden ser afectadas por el proyecto. De esta manera los efectos o impactos potenciales son individualizados confrontando las dos listas de control. Las diferencias entre los diversos tipos de matrices deben considerar la variedad, número y especificidad



de las listas de control, así como el sistema de evaluación del impacto individualizado. Con respecto a la evaluación, ésta varía desde una simple individualización del impacto (marcada con una suerte de señal, una cruz, guión, asterisco, etc.) hasta una evaluación cualitativa (bueno, moderado, suficiente, razonable) o una evaluación numérica, la cual puede ser relativa o absoluta; en general una evaluación analiza el resultado del impacto (positivo o negativo).

Frecuentemente, se critica la evaluación numérica porque aparentemente introduce un criterio de juicio objetivo, que en realidad es imposible de alcanzar.

Entre los ejemplos más conocidos de matrices está la Matriz de Leopold.

(Céspedes, J. 2001.)

MATRIZ DE LEOPOLD

Este sistema utiliza un cuadro de doble entrada (matriz). En las columnas pone las acciones humanas que pueden alterar el sistema y en las filas las características del medio que pueden ser alteradas.

Cuando se comienza el estudio se tiene la matriz sin rellenar las cuadrículas.

Se va mirando una a una las cuadrículas situadas bajo cada acción propuesta y se ve si puede causar impacto en el factor ambiental correspondiente. Si es así, se hace una diagonal. Cuando se ha completado la matriz se vuelve a cada una de las cuadrículas marcadas con diagonal y se pone en la parte superior izquierda



un número del 1 al 10 que indica la magnitud del impacto (10 la máxima y 1 la mínima), colocando el signo “+” si el impacto es positivo y el signo “-” si es negativo. En la parte inferior derecha se califica del 1 al 10 la importancia del impacto, es decir si es regional o solo local.

Las sumas de columnas y filas permiten hacer posteriormente los comentarios que acompañan al estudio. **(Céspedes, J. 2001.)**

Ventajas:

Son muy útiles cuando se desea identificar el origen de ciertos impactos. Posibilitan tener un panorama general de las principales interacciones entre las acciones de un proyecto y los factores ambientales. **(Céspedes, J. 2001.)**

Desventajas:

Tiene limitaciones cuando se trata de establecer interacciones entre varios efectos, a veces requieren de información que no existe de manera sistemática y esta se debe de producir elevando los costos del estudio. **(Céspedes, J. 2001.)**

1.1.3. METODOLOGÍA DE ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (E.I.A.) DE UNA CARRETERA.

Según el Libro “Carreteras Diseño Moderno” del Ing. José Céspedes Abanto, se tiene: Los estudios de impacto ambiental deben adaptarse a las normas legales especificadas por el Ministerio de Transporte, Comunicaciones, Vivienda y



Construcción. Existen múltiples publicaciones especializadas que pueden servir de orientación de un E.I.A de carreteras. (Céspedes, J. 2001.)

1.1.4. OBJETIVOS PRINCIPALES DE UN E.I.A. DE CARRETERAS.

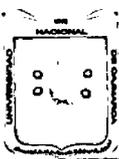
FIGURA 46

| FASE | ANÁLISIS DEL ESTADO INICIAL | VALORACIÓN IMPACTOS | MEDIDAS CORRECTIVAS |
|-------------------------|---|---|---|
| ESTUDIOS PREVIOS | Elegir la solución de trazado más favorable entre varias alternativas | Análisis de impactos generales en zonas amplias. | Indicación de tipos generales. |
| ANTE PROYECTO | Elección de soluciones estructurales concretas en las zonas localizadas | Análisis de impactos detallados en zonas relativamente estrechas. | Elección de un tipo de medidas correctoras por clase de impacto y zona. |



| | | | |
|----------------------|--|--|--|
| PROYECT O | Elección y justificación de cada parte del proyecto para reducir al máximo la modificación del medio | Análisis, medición, cuantificación de un impacto concreto en cada punto que sea necesario. | Diseño completo y presupuesto de cada medida correctora en cada punto. |
|----------------------|--|--|--|

FUENTE: (Céspedes, J. 2001.)



2. PANEL FOTOGRÁFICO

FIGURA 47. EXTRACCIÓN DE MATERIAL DE AFIRMADO

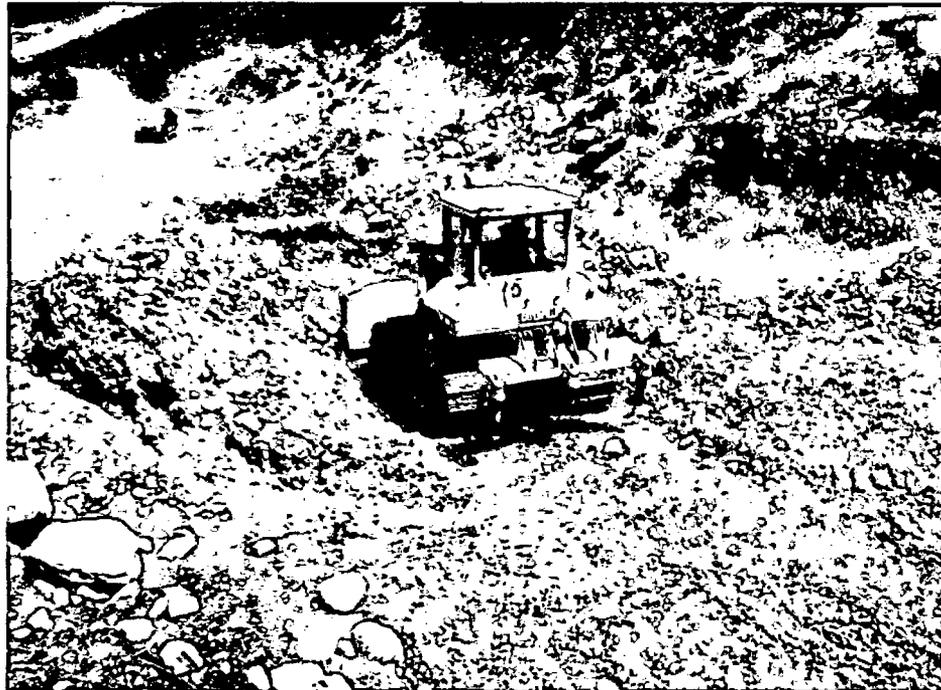


FIGURA 48. EXTRACCIÓN DE MATERIAL DE AFIRMADO



FIGURA 49. EXTRACCIÓN DE MATERIAL DE AFIRMADO



FIGURA 50. TRASLADO DE MATERIAL DE AFIRMADO EN CANTERA





**FIGURA 51. EXTRACCIÓN DE MATERIAL DE AFIRMADO CANTERA CAMPO
ALEGRE**

