

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE – YAUYOS  
-- HUANCAYO DEL Km. 162+300 al Km. 162+600**

**GEOLOGÍA, GEOTECNÍA Y PAVIMENTOS**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**ANA MARLENY TORRE TORO**

**Lima- Perú**

**2009**

A Dios por darme la vida. A mis papas Rómulo y Alejandra por enseñarme a ser una persona constante y luchar por mis objetivos. A mis hermanos Juanjo, Rómulo y Sebastián por creer en mí.

## INDICE

<b>RESUMEN</b>	<b>01</b>
LISTA DE CUADROS	02
LISTA DE GRAFICOS	02
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>03</b>
<b>CAPÍTULO I: ANTECEDENTES</b>	<b>04</b>
1.1. OBJETIVO DEL PROYECTO	05
1.2. UBICACIÓN	05
1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	06
<b>CAPÍTULO II: SUELOS Y PAVIMENTOS</b>	<b>10</b>
2.1 TRABAJO DE CAMPO	10
2.2 ENSAYOS DE LABORATORIO	13
2.3 CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DE LA VÍA-CANTERAS	15
2.4 DISEÑO DE PAVIMENTO	19
<b>CAPÍTULO III: GEOLOGÍA Y GEOTECNÍA</b>	<b>33</b>
3.1. GEOLOGÍA	33
3.2 GEOTECNÍA	34
3.3 ESTABILIDAD DE TALUDES	35
<b>CAPÍTULO IV: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y METRADO</b>	<b>49</b>
4.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ESTUDIO	49
4.2 METRADOS DEL PRESENTE ESTUDIO	50
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>64</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>65</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>67</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>68</b>

## RESUMEN

Este Informe se ha realizado básicamente para ampliar y mejorar la carretera Cañete – Yauyos – Huancayo en el sector del Km. 162+300 al Km. 162+600, y dar planteamientos de solución a los problemas que se pudieran originar, de manera que se permita un mayor flujo de tránsito y una considerable disminución del tiempo de viaje de los transportistas, reflejándose en el costo de operación vehicular. Además se ha realizado como aporte de este informe el diseño de pavimentos y de voladura.

En el capítulo I se presenta un resumen de los trabajos que fueron realizados anteriormente en esta carretera, tanto estudios como intervenciones en dicha carretera, con el fin de tener un conocimiento general de las especialidades y de las condiciones físicas, geográficas, económicas y sociales que interviene en el diseño.

En el Capítulo II se desarrolla el estudio y análisis de suelos, canteras y fuentes de agua, todo ello para que en conjunto con el estudio de tráfico de dicho sector, se plantee el tipo de pavimento y su respectivo diseño de espesores.

En el Capítulo III, se hace referencia a la Geología y Geotecnia, básicamente enfocado a la estabilidad de taludes, que en nuestro sector se presenta en una longitud aproximada de 10 metros, para lo cual se emplea el diseño de voladura controlada con la técnica de recorte y la distribución y separación de taladros.

En el Capítulo IV, se desarrolla las especificaciones técnicas de los trabajos planteados en los capítulos II y III, se proporciona información del proceso constructivo de las partidas planteadas, asimismo se muestra el resumen de metrados así como el sustento de cada partida que interviene en este Informe.

Con el desarrollo de estos capítulos y con los anexos adjuntos se pretende dar alternativas de solución para el tramo en estudio.

## LISTA DE CUADROS

	Pág.
1.1 Zona de Influencia	07
2.1 Factor de líneas de dirección	21
2.2 Cálculo de ejes equivalentes	22
2.3 Factor camión por tipo de vehículo	22
2.4 Parámetro $W_{18}$	22
2.5 Niveles de Confiabilidad	23
2.6 Módulo Resiliente	26
2.7 Coeficientes por tipo de capas estructurales	30
2.8 Valores de coeficientes de drenaje por capa estructural	31
2.9 Numero Estructural	32
2.10 Dimensión de espesores	32

## LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
1.1 Plano de ubicación	06
2.1 Desviación Estándar normal	24
2.2 Ábaco para coeficiente estructural de base granular	29
2.3 Ábaco para coeficiente estructural de sub base granular	29
2.4 Ábaco para coeficiente estructural de carpeta asfáltica	30
3.1 Vista de la sección Km. 162+505	36
3.2 Comparación de ambas secciones (alternativas)	37
3.3 Sección típica de estabilidad de taludes	42
3.4 Espaciamientos de la malla de voladura	43
3.5 Distribución de plantilla de voladura - Sector 1	44
3.6 Distribución de plantilla de voladura - Sector 2	45
3.7 Distribución de plantilla de voladura - Sector 3	46
3.8 Distribución de plantilla de voladura - Sector 4	47

## INTRODUCCIÓN

El presente Informe de Suficiencia se desarrolla de conformidad con los Términos de Referencia determinados en el Curso de Actualización, por lo tanto la precisión alcanzada en algunos aspectos es concordante con ellos.

El Tramo en estudio Km.162+300 al Km. 162+600 de la carretera Lunahuana – Dv. Yauyos – Chupaca, forma parte de la ruta Nacional Transversal R-22 Cañete – Huancayo con una longitud aproximada de 294 Km. y que se encuentran en las regiones de Lima y Junín. El tramo en estudio pertenece a la Región de Lima provincia de Yauyos.

La carretera Cañete – Yauyos constituye una alternativa de ruta a la carretera central ya que ambas permiten interconectar el Valle del Mantaro con la ciudad capital Lima, empleando la carretera Panamericana sur, comprendida en el sector de Lima – Cañete.

Los beneficiarios principales con el uso de esta ruta alternativa transversal son mayormente todos los poblados y asentados que se encuentran a lo largo de la vía como lo son Lunahuana, Pacaran, Zúñiga, Calachota, Magdalena, Yauyos, Alis, Tomas, Tinco de Lauricocha, San José de Quero, Collpa, Ronchas y Chupaca. En este informe básicamente el poblado más cercano al tramo en estudio es el distrito de Alis.

## CAPITULO I. ANTECEDENTES

Como antecedentes podemos mencionar que en el año 1998 Promcepri contrata al consorcio AYESA – ALPHACONSULT (Comisión de Promoción de Concesiones Privadas) para realizar el Estudio de Ingeniería e Impacto Ambiental para la Ampliación, Construcción y Conservación de la Carretera Lunahuana – Huancayo.

En el año 2003 la Oficina de Planificación y Planeamiento del Ministerio de Transportes y Comunicaciones aprueba el perfil elaborado por el Ing. Floriano Palacios León autorizando así la elaboración del Estudio de Factibilidad del Proyecto Ruta 22 (3N), Tramo: Lunahuana – Yauyos – Chupaca basándose en su mayoría en el Estudio elaborado por el Consorcio AYESA – ALPHACONSULT.

Mediante RD N° 815-2004-MTC se aprueba el Estudio de Preinversión a nivel de Perfil del Proyecto Ruta N22 (3N) Tramo: Lunahuana – Yauyos – Chupaca.

En el año 2007 dentro del Programa “Proyecto Perú”, que es un programa de infraestructura vial diseñado para mejorar las vías de integración de corredores económicos con el fin de elevar el nivel de competitividad de la Red Vial Nacional, Departamental y Vecinal, siendo el tramo de carretera parte del corredor económico vial N°13.

En cuanto a los antecedentes a nivel de intervenciones, se ha podido determinar que la carretera fue construida en el año 1958, actualmente se están haciendo trabajos de Servicio de Conservación Vial de La Carretera: Cañete – Lunahuana – Pacaran – Chupaca y Rehabilitación Del Tramo Zuñiga – Dv. Yauyos – Ronchas.

En el año 2003 se realizó un mantenimiento periódico en el tramo Lunahuana – Pacarán, no obstante hace más de diez años no se realizaba ningún tipo de mantenimiento a la vía, a excepción de algunos pequeños tramos en donde la empresa Cementos Lima y ARPL Tecnología Industrial han realizado algunas actividades de perfilado.

## 1.1 OBJETIVO DEL PROYECTO

El Objetivo del presente Informe de Suficiencia es la elaboración del Estudio de Geología, Geotecnia y Pavimentos para las obras de ampliación y mejoramiento de la carretera Cañete – Yauyos – Huancayo del Km. 162+300 al Km. 162+600 a nivel de asfaltado, sobre la base de las consideraciones técnicas establecidos en los términos de referencia y contando como referencia principal el Estudio de Factibilidad previamente aprobado.

En el estudio de SUELOS Y PAVIMENTOS se determinará las propiedades de los suelos encontrados en la calicata excavada en el tramo correspondiente, así como su clasificación, la localización de materiales de préstamo para la conformación de las capas del pavimento, y la obtención de los parámetros de resistencia que nos sirvan para el diseño de su estructura.

Dentro del estudio de GEOLOGÍA Y GEOTECNÍA, se entiende que es el conocimiento de la naturaleza del suelo y del basamento rocoso, identificación de los rasgos estructurales, y clasificación de los materiales para excavación y de este modo se ha determinado los taludes de corte.

## 1.2 UBICACIÓN

El proyecto está ubicado en la zona central del país exactamente en el departamento de Lima, provincia de Yauyos, distrito de Alis, pertenece a la carretera Cañete – Yauyos – Huancayo dentro de las progresivas Km. 162+300 al Km. 162+600. En el grafico 1.1 se puede observar el recorrido y poblados que atraviesa la carretera en mención.



**GRAFICO N° 1.1: PLANO DE UBICACION**

### 1.3 DESCRIPCION DEL PROYECTO

El trazo de la carretera discurre íntegramente por el departamento de Lima, siendo el acceso a la carretera de la siguiente manera:

Desde Lima por la Panamericana Sur hasta llegar a la ciudad de San Vicente de Cañete y continuar por la carretera Cañete – Lunahuana – Yauyos – Chupaca y llegar hasta al Km. 162+300, el poblado de Alis se encuentra a 2Km. de este tramo. La longitud de nuestro sector es de 300 metros de los cuales se encuentra a nivel de afirmado.

Existen servicios de movilidad principalmente mediante combis desde la localidad de Imperial – Cañete hacia la localidad de Chupaca – Huancayo. El tiempo de viaje es de 8 horas desde la ciudad de Lima.

En todo este sector del estudio la topografía es de suavemente ondulado a preponderantemente ondulado a montañoso, con una sección existente que varía de 5.5m hasta 6.0m.

Toda la extensión de la carretera se sitúa dentro de las siguientes coordenadas geográficas:

76° 21" Longitud Oeste y 13° 02' Latitud Sur (Cañete, Km. 0+000)

76° 09' Longitud Oeste y 12° 55' Latitud Sur (Lunahuaná, Km.42+480)

75°18' Longitud Oeste, 12° 05' Latitud Sur (Chupaca, Km. 285+900)

Recorre altitudes de:

475 m.s.n.m (Inicio del Estudio),

4,755 m.s.n.m. (La Cumbre) y

3,312 m.s.n.m. (Final del proyecto)

Geológicamente el área estudiada limita por el Norte con los cuadrángulos de Huarochiri y La Oroya, por el Este con los cuadrángulos de Andamarca y Pampas, por el Sur con los cuadrángulos de Tantará y Chincha y por el Oeste con el cuadrángulo de Mala.

El trazo de la carretera enlaza las localidades de Pacarán, Zuñiga, Catahuasi, Calachota, Puente Auco, Magdalena (desvío a Yauyos), Alis, Tomas, Chaucha, San José de Quero, Roncha, Angasmayo y Chupaca, como se muestra en el Cuadro 1.1. Pero el tramo comprendido en el presente estudio es del Km.162+300 al Km. 162+600.

**CUADRO N° 1.1: ZONA DE INFLUENCIA**

<b>Distritos</b>	<b>Provincia</b>	<b>Departamento</b>
Lunahuana	Cañete	Lima
Pacaran	Cañete	Lima
Zúñiga	Cañete	Lima
Catahuasi	Yauyos	Lima
Allauca	Yauyos	Lima
Yauyos	Yauyos	Lima
Laraos	Yauyos	Lima
Alis	Yauyos	Lima
Tomas	Yauyos	Lima
San José de Quero	Concepción	Junín
Chambara	Concepción	Junín
Cullhuas	Huancayo	Junín
Ahuac	Huancayo	Junín
Chupaca	Huancayo	Junín

El clima es lluvioso y frío con una temperatura media anual de 23.6°C y una temperatura media de 4.3°C, su temporada de lluvia empieza en el mes de Octubre y se prolonga hasta el mes de Abril.

La actividad económica de la población del ámbito de influencia del proyecto, tiene como base económica principal, la explotación de la actividad agropecuaria de autoconsumo como maíz, y alfalfa. Asimismo en los distritos de Alis la actividad minera tiene mayor relevancia.

A continuación se muestra las características geométricas de la sección transversal en estudio:

- Clasificación Vial : Tercera Clase, Doble calzada
- Velocidad Directriz : 40Km/h
- Pendiente Máxima : 6%
- Radio mínimo (de vuelta) : 20m.
- Radio mínimo (de volteo) : 45m.
- Ancho Superficie de rodadura : 6m.
- Bombeo : 2%
- Cunetas : Triangular 1V:1.5H

Las características geométricas de la vía, han sido definidas teniendo en cuenta que la carretera deberá proporcionar seguridad a la circulación vehicular, al menor costo de la construcción.

El estado actual de la carretera en su conjunto en como se detalla a continuación:

Estado actual de la carretera es como se detalla a continuación:

**TRAMO CAÑETE – LUNAHUANA (40.75 Km.),** este tramo se encuentra asfaltado a nivel de concreto asfáltico

**TRAMO LUNAHUANA – PACARAN (12.49 Km.),** este tramo se encuentra asfaltado a nivel de concreto asfáltico.

**TRAMO PACARAN – ZUÑIGA (4.15 Km.),** el presente tramo se encuentra asfaltado a nivel de tratamiento superficial bicapa.

**TRAMO ZUÑIGA – DV. YAUYOS (72.6 Km.),** este tramo se encuentra a nivel de afirmado.

**TRAMO DV. YAUYOS - RONCHAS (135.13 Km.),** se encuentra a nivel de afirmado.

**TRAMO RONCHAS – CHUPACA (16.61 Km.),** este tramo se encuentra a nivel de afirmado.

**Geología y Geotecnia.-** En realidad esta zona de estudio se encuentra mayormente conformada sobre unidades sedimentarias, volcánicas y metamórficas, se encuentran formaciones de Cañete, Cerro Negro entre otros. Los problemas de este tipo no son relevantes en su mayoría se presenta erosiones, ahuellamientos y desprendimientos estos últimos en la plataforma. Si quisiéramos clasificar el material en nuestra visita a campo podremos determinar el porcentaje de material suelto, roca suelta y roca fija.

**Hidrología y Drenaje.-** A nivel de perfil tendremos un estimado de las obras de arte y drenaje entre ellas tomaremos en cuenta alcantarillas (tipo TMC, marco, abovedadas), badenes, pontones, canales de riego. En lo que respecta a las estaciones pluviométricas estas se encuentran entre los valores de 100 a 150mm anuales.

**Actividad Económica.-** La población influenciada por este proyecto, tiene como base económica principal, la explotación de la actividad agropecuaria (tradicionales), en comparación a los sistemas de producción mecanizados que se desarrolla en la costa.

De igual forma la población de esta zona se dedica a actividades como comercio y turismo (Lunahuana).

## CAPITULO II. SUELOS Y PAVIMENTOS

El objetivo principal del estudio es realizar la evaluación del pavimento con la finalidad de determinar el estado del mismo y definir las soluciones y/o tratamientos, con la finalidad de mejorar los niveles de servicio de la vía contemplados en los criterios de diseño y/o normas aprobadas.

Para promover el desarrollo de todos los pueblos que atraviesa y como propuesta a una vía alterna a la carretera central, se ha determinado proponer el mejoramiento, la pavimentación y conservación de la carretera, tanto en el trazo geométrico, como en el espesor del pavimento y consecuentemente con las obras de arte, de señalización y otros, para permitir un aumento significativo en dicho volumen de tráfico.

Como parte del estudio de Suelos, se realizaron la recopilación de los ensayos con las muestras de suelos de la vía y de las canteras; obtenidos de estudios anteriores, así como los resultados de los ensayos de las muestras de las fuentes de agua.

### 2.1 TRABAJOS DE CAMPO

Con el objeto de determinar las características físicas químicas de los materiales de la subrasante, se llevaron a cabo investigaciones mediante la ejecución de pozos exploratorios ó calicatas de 1.50m de profundidad como mínimo.

De los materiales representativos encontrados en las calicatas se obtuvo una muestra selectiva las que serán descritas e identificadas mediante una tarjeta con la ubicación, número de muestra que en nuestro caso será solo una calicata por la longitud de nuestro tramo y profundidad, luego fue colocado en bolsa para su traslado a laboratorio.

- **Estudio en la Vía**

La exploración del subsuelo en la vía se ha realizado mediante excavaciones a cielo abierto (calicatas), de 1.50 m de profundidad. Se ha realizado 01

excavaciones por nuestro tramo que es de 300 metros, complementando para esto con las 03 calicatas adicionales que fueron efectuadas entre el Km.162+600 al Km.163+500 por otros grupos, haciendo un total de 04 calicatas por kilómetro. Las calicatas en la vía han sido distanciadas cada 200 m y/o en forma más cercana o más alejada una de otra debido a la variación o uniformidad existente del terreno de fundación. Las calicatas han sido ubicadas en forma alternada hacia el lado derecho e izquierdo de la vía, de tal manera nos permita dar a conocer la estratigrafía tanto de la parte que da al talud como del borde opuesto en las zonas a media ladera, y hacia ambos lados en las zonas de relleno.

Se ha elaborado el registro de excavación de cada calicata efectuado a lo largo de la vía, en el cual se detallan la capa que conforma la superficie de rodadura actual y el suelo de fundación que se presenta subyacente a ésta. Asimismo se ha verificado la humedad, tipo de partículas, color, compacidad, etc.

Se ha realizado un total de 04 calicatas de vías denominadas C-01 a la C-04, el cual abarca desde el Km. 162+300 al Km. 163+500, tomando para el diseño del pavimento los resultados de la C-01.

#### • **Estudio de Canteras**

El estudio de canteras a ser utilizadas para la conformación de la estructura del pavimento desde el Km. 162+300 perteneciente a la localidad de Alis hasta el Km. 162+600, se han efectuado mediante excavaciones de pozos a cielo abierto (calicatas) con profundidades que oscilan entre 0.3 m. y 3.0 m, donde se presentan materiales granulares disponibles para ser utilizado en el proyecto. Las canteras estudiadas son aquellas consideradas en el estudio de factibilidad y se encuentran cercanas al trazo de la carretera.

Se han identificado 10 canteras localizadas, las cuales se enumeran a continuación:

- ✓ **Cantera Ahuicho**, ubicada en el Km. 152 + 500 hacia el lado derecho de la vía, con un acceso aproximado de 300 m.

- ✓ Cantera Paccha en el Km. 174 + 500 hacia el lado derecho, con un acceso aproximado de 8000 m.
- ✓ Cantera Opcional, ubicada en el Km. 177 + 400, hacia el lado derecho, con un acceso de 12000 m.
- ✓ Cantera Chaucha, ubicada en el Km. 187 + 000 hacia el lado derecho, con un acceso de 12000 m.
- ✓ Cantera Shicuy, ubicada en el Km. 207 + 000 hacia el lado derecho, con un acceso de 100 m.
- ✓ Cantera Huantan ubicada en el Km. 138+800 hacia el lado izquierdo, con un acceso de 60 m.
- ✓ Cantera San Blas ubicada en el Km. 234 + 500 hacia el lado izquierdo, con un acceso de 600 m.

Debido que las canteras estudiadas son principalmente las mismas que se indican en el estudio de factibilidad, se ha verificado la existencia de ellas, habiéndose tomado toda la información necesaria para definir la calidad de los materiales que conforman las mismas.

#### • **Estudio de Fuentes de Agua**

Se han considerado 3 puntos como fuentes de agua, los cuales se encuentran ubicados a lo largo de la carretera, desde el Km. 105 + 200 localidad de Calachota hasta el Km. 249 + 000 localidad de Pilcomayo. Estas fuentes de agua se encuentran en las siguientes progresivas:

- ✓ Río Cañete ubicada en el Km. 105+200. Presenta un régimen permanente y el caudal regular durante todo el año. El acceso es de 150 hacia el lado derecho
- ✓ Río Alis ubicada en el Km. 160 + 500. Presenta un régimen permanente y el caudal es variable entre apreciable a abundante durante todo el año. El acceso es de 150 m, hacia el lado derecho.
- ✓ Río Cunas ubicada en el Km. 249 + 000. Presenta un régimen permanente y el caudal es apreciable durante todo el año. El acceso es de 100 m, hacia el lado izquierdo.

## 2.2 ENSAYOS DE LABORATORIO.

### • Ensayos de laboratorio de vías

Los ensayos correspondientes para las muestras extraídas de las calicatas efectuadas en la vía han sido efectuados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Nacional de Ingeniería, M.C.A., ambos laboratorios en la ciudad de Lima.

Los ensayos estándares efectuados en los laboratorios de campo son los siguientes:

- ✓ Análisis Granulométricos por tamizado ASTM D 422, MTC E 107 - 2000
- ✓ Límites de Atterberg, (Límite Líquido y Límite Plástico) ASTM D 4318, MTC E 110, 111 - 2000
- ✓ Humedades Naturales ASTM D 2216, MTC E 108 - 2000
- ✓ California Bearing Ratio (CBR) ASTM D 1883, MTC E 132 – 2000, que incluye el ensayo preliminar de Proctor Modificado ASTM C 1557 – C, MTC E 115 - 2000
- ✓ Clasificaciones SUCS
- ✓ Clasificaciones AASHTO

(Ver Anexo N° 01, Ensayos de las calicatas; Anexo N° 02, perfil Estratigráfico)

### • Ensayos de laboratorio de Canteras

Los reportes de todos los ensayos realizados para las canteras han sido obtenidos del Estudio de Ingeniería e Impacto Ambiental desarrollado por el consorcio Ayesa – Alphaconsult.

Los ensayos estándares en las muestras de canteras se han efectuado en el laboratorio de Alpha Consult en la ciudad de Lima, mientras que los ensayos especiales como el de Abrasión Mecánica, se han efectuado en los laboratorios N° 02 de Mecánica de Suelos de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería y los análisis químicos en los laboratorios LASA INGENIEROS ambos en la ciudad de Lima.

Los Ensayos de laboratorio que se han efectuado han sido considerados de acuerdo al uso propuesto para cada cantera, mencionaremos en forma general los ensayos necesarios a realizar a las muestras de canteras:

### **Ensayos Estándar**

- ✓ Análisis Granulométrico por tamizado ASTM D 422, MTC E 107 - 2000
- ✓ Límites de Atterberg, (Límite líquido y Límite plástico) ASTM D 4318, MTC E 110, 111 - 2000
- ✓ California Bearing Ratio (CBR) ASTM D 1883, que incluye el ensayo preliminar de Proctor Modificado ASTM C 1557, MTC E 132 - 2000
- ✓ Clasificaciones SUCS
- ✓ Clasificaciones AASHTO

### **Ensayos Especiales**

- ✓ Gravedad Especifica (grueso, fino) ASTM C – 127, MTC E 206 - 2000
- ✓ Absorción (grueso, fino) ASTM C – 128, MTC E 205 - 2000
- ✓ Equivalente de Arena ASTM C 2419, MTC E 114 - 2000
- ✓ Impurezas Orgánicas MTC E 213 - 2000
- ✓ Sales Solubles Totales MTC E 219 - 2000
- ✓ Contenido de Sulfatos
- ✓ Contenido de Cloruros
- ✓ Abrasión Mecánica (maquina de los Ángeles) ASTM C-131, MTC E 207 - 2000
- ✓ Durabilidad agregado grueso ASTM C-88, MTC E 209 - 2000
- ✓ Durabilidad agregado fino ASTM C-88, MTC E 209 - 2000
- ✓ Adherencia ASTM D-1464, MTC E 520 - 2000
- ✓ Ensayos Riedel Weber ASTM D-1464, MTC E 220 - 2000
- ✓ Partículas Chatas y Alargadas ASTM D 4791, MTC E 221 - 2000

(Anexo N° 03: Cuadro de Resúmenes de Ensayos de Canteras)

#### **• Ensayos de laboratorio de fuentes de agua**

Las muestras de agua tomadas de las fuentes consideradas para el estudio, fueron enviadas a los Laboratorios LASA INGENIEROS en la ciudad de Lima, para los análisis químicos respectivos y se resume en lo siguiente:

## Ensayos Químicos

- ✓ Ensayos de contenido de Sulfatos.
- ✓ Ensayos de contenido de Cloruros.
- ✓ Ensayos de P. h.
- ✓ Ensayos de Sales Solubles Totales
- ✓ Materia Orgánica en Suspensión
- ✓ Sólidos en Suspensión.

Estos ensayos obedecen a los requerimientos de la Especificaciones Técnicas del MTC de acuerdo al uso considerado para cada una de ellas. (Anexo N° 04: Cuadro de Resúmenes de Ensayos de laboratorio F<sup>o</sup>A<sup>o</sup>)

### 2.3 CARACTERISTICAS Y PROPIEDADES DE LA VÍA Y CANTERAS

Según los resultados de los ensayos realizados con las muestras extraídas de las calicatas y de los estudios de campo, se concluye, que los suelos tienen las siguientes características:

- **Terreno de Cimentación**

El terreno natural, que servirá de cimentación a la carretera, tiene las siguientes características:

- ✓ La carretera de penetración Cañete-Yauyos-Huancayo, a lo largo de su trayectoria, tiene variada conformación en el material ó suelo que conforma actualmente la subrasante, debido a que ha sido sometida a diversos mantenimientos por parte de Ministerio de Transporte y Comunicaciones ó los municipios propios de los centros poblados, anteriormente se ha intentado mejorar la capa superficial mediante el añadido de un material granular sub-anguloso tipo afirmado, que al no tener una adecuada colocación y un mantenimiento permanente, no brindan un adecuado servicio para las que fueron proyectadas. Actualmente en esta vía gozan de trabajos de conservación vial por parte del MTC dentro de su programa Proyecto Perú en el cual procuran alcanzar un adecuado nivel de transitabilidad.

- ✓ En general, los suelos, dentro del 1.50 m corresponden a granulares GM (SUCS); GC (SUCS); entre NP y de mediana plasticidad, con partículas sub redondeadas en la zona cercana a al Km. 162+300 al Km. 162+ 900, de igual forma en el sector Km. 163+200 al 163+500. subangulosas a angulosas en la parte complementaria a ésta, presentan baja a deficiente permeabilidad.
- ✓ También existen suelos de arenas en combinación con limos SM (SUCS), de baja plasticidad y baja permeabilidad, esto se presenta en el sector Km. 162+900 al Km. 163+200

- **Propiedades de los Materiales de Canteras**

Con la finalidad de detectar volúmenes alcanzables y explotables de materiales adecuados que satisfagan las demandas de construcción del tramo en mención, en la calidad y cantidad que se requiere la ejecución de la obra.

Las canteras son bancos de materiales, muchas veces son heterogeneos por lo tanto presentan variaciones tanto horizontales como verticales, por lo tanto la propuesta será recomendable ser explotada adecuadamente desde el punto de vista de Ingeniería y bajo responsabilidad.

Las propiedades de las canteras estudiadas a lo largo del sector Km. 151+500 – Km. 234+ 500 son las siguientes:

- ✓ Cantera Huantan.- Esta cantera se encuentra en la progresiva 138+800, lado izquierdo.

El material de ésta cantera es granular, con partículas angulosas a subangulosas, con material fino –menor de la malla # 200- en escaso porcentaje, de plasticidad media a no plástico, con clasificación GP-GM, GW-GC, GP-GC, GC (SUCS) ó A-1a (0), A-2-6 (0), A-2-4 (0) (AASHTO) respectivamente, con ensayos especiales satisfactorios para Base, Sub-Base y Relleno.

La potencia de la zona estudiada es de aproximadamente 135,000 m<sup>3</sup>, con 90% de rendimiento.

- ✓ Cantera Ahuicho.- Esta cantera se encuentra en la progresiva 152+500, lado derecho.

El material de ésta cantera es granular, con partículas angulosas a subangulosas, con arenas y regular porcentaje de finos –menor de la malla # 200-, de mediana plasticidad, con clasificación GP-GC, GC (SUCS) ó A-2-6 (0) (AASHTO). El material de ésta cantera será utilizado únicamente como Relleno.

La potencia de la zona estudiada es de aproximadamente 150,000 m<sup>3</sup>, con 90% de rendimiento.

- ✓ Cantera Paccha.- Esta cantera se encuentra en la progresiva 174+500 siguiendo el trazo de la carretera actual (el cual no es el trazo del proyecto), por tanto ha quedado un tanto alejado del trazo del proyecto.

El material de ésta cantera es granular, con partículas angulosas a subangulosas, con arenas y poco material fino -menor de la malla # 200-, de mediana plasticidad con clasificación GP-GC, GC, GC-GM (SUCS) ó A-1a (0), A-2-4 (0), A-2-6 (0) (AASHTO). Este material podrá emplearse para Sub-Base y Relleno.

La potencia de la zona estudiada es de aproximadamente 70,000 m<sup>3</sup>, con 90% de rendimiento.

- ✓ Cantera Opcional.- Esta cantera se encuentra en la progresiva 177+400 siguiendo el trazo de la vía actual (no está dentro del trazo del proyecto), hacia el lado derecho.

El material de ésta cantera es granular, con partículas angulosas a subangulosas, con arenas y finos variando entre ligero a regular porcentaje, material menor de la malla # 200 de mediana plasticidad, con clasificación entre GP-GM, GM, GC, SM (SUCS) ó A-2-4 (0), A-2-6 (0), A-2-6 (1), A-6 (1), A-7-6 (2) (AASHTO). Este material podrá emplearse para Sub-Base y Relleno.

La potencia de la zona estudiada, es de aproximadamente 120,000 m<sup>3</sup>, con 90% de rendimiento.

- ✓ Cantera Shicuy.- Esta cantera se encuentra en la progresiva 207 + 000, lado derecho.

El material de ésta cantera es granular, de partículas angulosas a subangulosas, con arenas y finos –material menor de la malla # 200-, en ligero a regular porcentaje, entre no plástico a medianamente plástico, con clasificación de GP-GC, GM, SM ó A-2-4 (0), A-4 (1) (AASHTO) . El material de ésta cantera será utilizado para Sub-base y Relleno.

La potencia ó volumen explotable se ha estimado en 540,000 m<sup>3</sup> con un rendimiento del 90%.

- ✓ Cantera San Blas.- Esta cantera se encuentra en la progresiva 234+500, lado izquierdo.

El material de ésta cantera está compuesto de gravas redondeadas a subredondeadas, con arenas y bajo porcentaje de finos –material menor de la malla # 200, entre no plástico a medianamente plástico, con clasificación GW-GM, GM, GC, GC-GM, SC ó A-1a (0), A-2-4 (0), A-2-6 (0) (AASHTO), con ensayos especiales satisfactorios para ser utilizado en Concreto Asfáltico, Concreto de Cemento, Base, Sub-base y Relleno.

La potencia ó volumen explotable se ha estimado en 540,000 m<sup>3</sup> con un rendimiento del 90%.

Para nuestro tramo estaremos considerando básicamente las canteras de **Paccha, Huantan y San Blas**. Las demás canteras se están mencionando si fuera el caso que surga alguna eventualidad en el momento de la ejecución y se tenga que requerir el uso y explotación de otras canteras. (Ver anexo N° 05, Diagrama de canteras)

- **Propiedades de las Fuentes de agua**

Se tiene como referencia que dichas fuentes de agua se han muestreado y analizado los cursos de agua existentes, con resultado positivos de acuerdo al análisis químico. Las propiedades de las fuentes de agua estudiadas a lo largo del sector comprendido entre el Km. 105+200 – Km. 249+000 y son las siguientes:

- ✓ Río Cañete ubicada en el Km. 105+200. Presenta un régimen permanente y el caudal regular durante todo el año. El acceso es de 150 hacia el lado derecho. Los resultados de laboratorio son satisfactorios para ser utilizada en el Proyecto.
- ✓ Río Alis ubicada en el Km. 160 + 500. Presenta un régimen permanente y el caudal es variable entre apreciable a abundante durante todo el año. El acceso es de 150 m, hacia el lado derecho. Los resultados de laboratorio son satisfactorios para ser utilizada en el Proyecto.
- ✓ Río Cunas ubicada en el Km. 249 + 000. Presenta un régimen permanente y el caudal es apreciable durante todo el año. El acceso es de 100 m, hacia el lado izquierdo. Los resultados de laboratorio son satisfactorios para ser utilizada en el Proyecto.

Para nuestro tramo estaremos considerando como fuente de agua el **Río Alis**. (Ver Anexo N° 06, diagrama de Fuente de Agua)

## 2.4 DISEÑO DEL PAVIMENTO

### 2.4.1 Estudio de Pavimentos

En lo que corresponde a la estructuración del pavimento se presenta muchas veces la falta de materiales para la estructura a nivel de carpeta asfáltica, es así que se ha analizado la estructura del pavimento de acuerdo al tráfico que circulará durante el período de diseño.

En nuestro país es difundido el pavimento flexible. Por la experiencia, este pavimento está estrechamente relacionado con las metodologías utilizadas tales como la Capacidad de Soporte del suelo de fundación, volúmenes de tráfico y características físico-mecánicas que conforman las capas granulares.

El período de diseño del pavimento analizado, será de 10 años<sup>1</sup>, considerando el 2009 como el año de la puesta en marcha de la carretera.

<sup>1</sup>W<sub>18</sub>: numero de aplicaciones de carga de 18 Kips

Para el presente estudio, el Diseño de Pavimentos se ha efectuado con la metodología AASHTO (1993) siendo ello basado en el análisis de resultados de los estudios de suelos correspondientes.

El pavimento a desarrollar debe estudiar las consideraciones técnicas que concluyan en una superficie rodadura a nivel de carpeta asfáltica, cuyos métodos para realizar la estructura de pavimento son el Método Aashto y Método del Instituto del Asfalto.

## 2.4.2 Parámetros de Diseño

La metodología **American Association of State Highway and Transportation Officials** (AASHTO), versión 1993 considera cuatro categorías principales:

- ⇒ Variables de diseño: vida de diseño, tráfico, confiabilidad, condiciones ambientales (hinchamiento de la subrasante, levantamiento por heladas).
- ⇒ Criterios de desempeño: Serviciabilidad
- ⇒ Propiedades estructurales de los materiales: Módulo Resiliente efectivo de la subrasante, características de los materiales de las diferentes capas del pavimento, coeficientes de capa.
- ⇒ Características estructurales del pavimento: Drenaje.

### Parámetro $W_{18}$

Para la guía AASHTO corresponde al EAL afectado por coeficientes que representan el sentido y el número de carriles que tendrá la vía.

$$\boxed{W_{18} = D_D \times D_L \times EAL} \dots (1)$$

EAL = Numero de ejes equivalentes a 8.2 tn en el periodo de diseño.

DD = Es un factor de distribución direccional. Por lo general se considera 0.5

DL = Esta dictado por el siguiente cuadro:

**CUADRO N° 2.1**

<b>NUMERO DE LÍNEAS EN CADA DIRECCIÓN</b>	<b>PORCENTAJE PARA EJES DE 8.2 TN EN CADA DIRECCIÓN</b>
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4	50 - 75
FUENTE : AASHTO	

Donde se obtiene DL=100%, por tener una sola línea en cada dirección.

Para la obtención de los ejes equivalente EALs, presentaremos los factores que se utilizaron para el calculo de EAL del tramos en estudio, a continuación se presenta la expresión utilizada:

$$EAL = 365 \times \left[ \sum (IMD_i \times Fc_i) \left( \frac{(1+i)^n - 1}{i} \right) \right] \dots (2)$$

Donde:

EAL(8.2 Tn) : Número de Ejes Equivalentes a 8.2 tn en el periodo de diseño.

IMD<sub>i</sub> : Índice Medio Diario de cada tipo de vehiculo

FD<sub>i</sub> : Factor Destructivo de cada tipo de vehiculo

i : Tasa de crecimiento de los vehículos

n : Periodo de Diseño

### **Periodo de Diseño**

El periodo de diseño de esta primera etapa, es de 10 años.

### **Tráfico**

De acuerdo al estudio de tráfico realizado según el cuadro siguiente para este tramo, el número total de ejes equivalentes a 18 kips es:

**CUADRO N° 2.2**

Tipo de Vehículo	IMD	FACTOR CAMION	TASA DE CRECIMIENTO	EAL
AUTO	128	--	5.70%	--
CAMIONETA	58	--	5.70%	--
BUS 2E	8	4.5	5.70%	170775
CAMION C2	28	4.5	4.70%	570421
CAMION C3	9	3.28	4.70%	133642
SEMITRAYLER 2S2	25	6.52	4.70%	737926
Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras			<b>TOTAL</b>	<b>1.61E+06</b>

**CUADRO N° 2.3**

Tipo de Vehículo	FACTOR CAMION
	<i>Cargas Max. Reglamentarias</i>
BUS 2E	4.5
CAMION C2	4.5
CAMION C3	3.28
SEMITRAYLER 2S2	6.52

Fuente: Consorcio Gestión de Carreteras

El cálculo de los ejes equivalentes se hacen para cada tipo de vehiculo, según se indica en la formula (1), como se muestra en el cuadro N° 2.2. Teniendo en consideración este resultado y los factores de distribución según las tablas AASHTO, mencionadas anteriormente, son reemplazadas en la expresión (2), de la cual se obtiene el parámetro  $W_{18}$ , como se muestra en el cuadro N° 2.4.

**CUADRO N° 2.4**

Periodo de Diseño del 2009 al 2018 (10 años)	
Ejes equivalentes	1.61E+06
$W_{18}$	806,381.90

Fuente: Elaboración Propia

### **Confiabilidad del Diseño**

Este parámetro toma en cuenta las variaciones no esperadas que puedan tener el tráfico y el comportamiento del pavimento, para lo cual la AASHTO ha desarrollado niveles de confiabilidad para diferentes tipos de carreteras. Para nuestro tramo que pertenece a la Red Vial Nacional la consideramos como arteria principal y rural, de esta manera tenemos el siguiente nivel de confiabilidad.

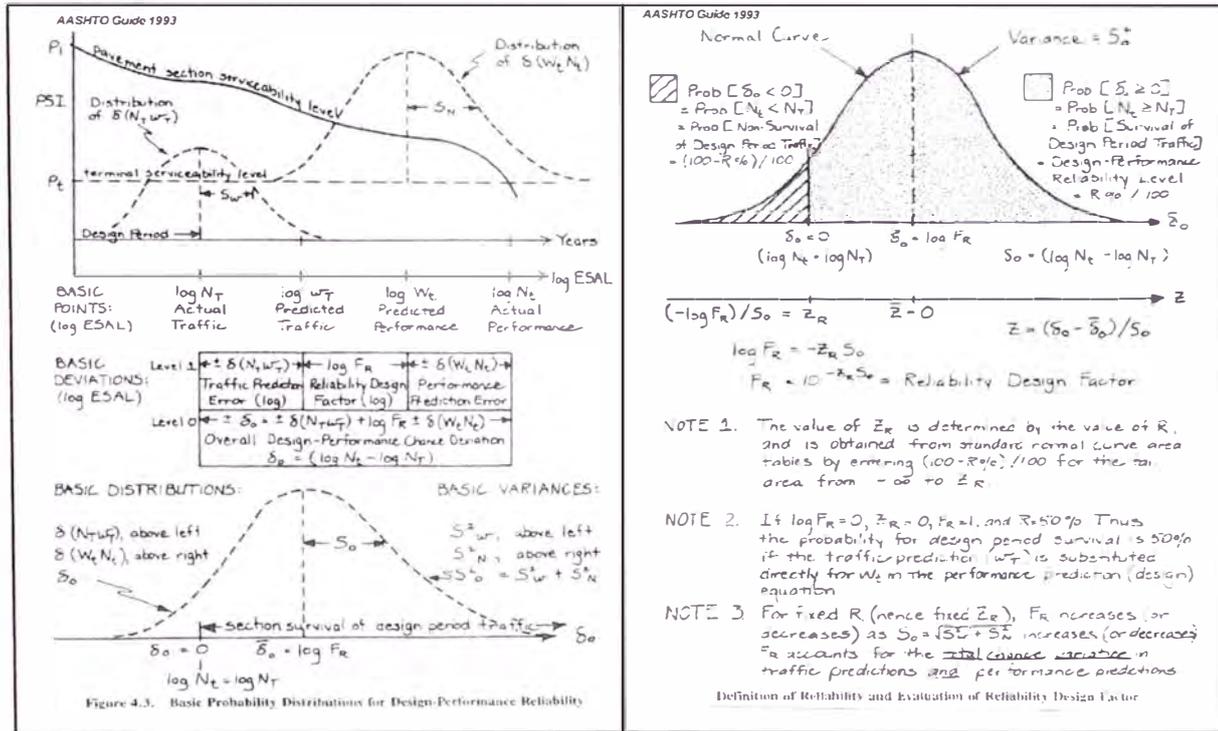
**CUADRO N° 2.5**

<b>Niveles de Confiabilidad Sugeridos para Diferente Carreteras</b>				
<b>Clasificación</b>			<b>Niveles de Confiabilidad</b>	
			3.1.1.1(Recomendados)	
			<b>Urbana</b>	<b>Rural</b>
Autopistas	Interestatales	y	85.0 – 99.9	80.0 - 99.9
Otras				
Arterias Principales			80.0 – 99.0	75.0 – 95.0
Colectores de Tránsito			80.0 – 95.0	75.0 – 95.0
Carreteras Rurales			50.0 – 80.0	50.0 – 80.0

Fuente: Manual Aashto 1993

En el presente caso, considerando el tipo de vía, y según el manual de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito se adoptará un factor de confiabilidad igual a 85%.

**GRAFICO Nº 2.1**



R %	Z <sub>R</sub>	R %	Z <sub>R</sub>	R %	Z <sub>R</sub>	R %	Z <sub>R</sub>
50	-0	80	-0.841	92	-1.405	96	-1.751
60	-0.253	<b>85</b>	<b>-1.037</b>	93	-1.476	97	-1.881
70	-0.524	90	-1.282	94	-1.555	98	-2.054
75	-0.674	91	-1.340	95	-1.645	99	-2.327

Por ende la Desviación Estándar Normal (Zr), obtenido del grafico 2.5, tenemos que para una confiabilidad de 85% se obtiene una desviación de Zr=-1.037.

**Desviación Estándar Total (So)**

0.30 - 0.45 Pavimentos Rígidos

0.40 - 0.45 Pavimentos Flexibles

Considerando como promedio:  $S_o = 0.42$

**Criterios Ambientales**

La metodología AASHTO-93, toma en cuenta los efectos que, sobre el comportamiento de un pavimento, tienen los factores ambientales. Los cambios de temperatura y humedad pueden tener efecto sobre la resistencia,

la durabilidad y la capacidad de resistir cargas de los materiales. En este sector no se consideran problemas de heladas.

### **Criterios de Desempeño: Serviciabilidad**

Corresponde a la idoneidad que tiene el pavimento para servir a la clase de tránsito que lo utiliza. La mejor forma de evaluarla, es a través del Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) el cual varía de cero para una “carretera inaceptable” hasta 5 para una “carretera perfecta”, dependiendo, fundamentalmente, de la rugosidad.

En la carretera de ensayo AASHTO se obtuvo el valor de 4.2 como serviciabilidad inicial ( $P_i$ ) para los pavimentos flexibles, la serviciabilidad final ( $P_f$ ) debe definirse previamente, la AASHTO sugiere un valor 2.5 para las autopistas en vías principales y 2.0 para las demás carreteras.

En el presente caso<sup>2</sup> se adoptarán los valores de 4.2 y 2.0 como índices de serviciabilidad inicial y final respectivamente.

$$\Delta PSI = 2.20$$

### **Características de los Materiales del Pavimento**

Las características de las diferentes capas del pavimento, se determinan a través de sus módulos resilientes y en función a lo respectivos espesores. Los módulos resilientes de la subrasante se han estimado a partir del CBR, empleando ecuaciones de correlación usualmente aceptadas, los valores adoptados son consistentes con lo considerado en la ecuación de diseño elaborada por la AASHTO. La capa de rodadura consistirá en una mezcla de agregados pétreos y un producto bituminoso; la mezcla de agregados además de cumplir la función estructural, será conceptuada para resistir la fuerza abrasiva del tránsito, proporcionando una superficie antideslizante y uniforme, evitando la penetración del agua superficial a las capas granulares.

### **Soporte del Suelo para Diseño**

Para efecto del diseño del pavimento, se consideró el suelo existente en plataforma como subrasante. Consecuentemente, se sectorizó de tal manera de incluir directamente el suelo representativo que iba a soportar el paquete estructural del futuro pavimento.

<sup>2</sup> Como establecido en la fase del Estudio de Factibilidad.

Los CBR, que se han realizado en esta fase, se han calculado teniendo en cuenta la densidad in-situ de los suelos.

### Cálculo del Módulo Resiliente

El módulo resiliente de un suelo depende del estado de los esfuerzos, del contenido de humedad y de su densidad, al no haberse efectuado ensayos directos (AASHTO T 274) para determinar el módulo resiliente, éste se ha estimado a partir de una de las siguientes ecuaciones de correlación:

Suelos Finos CBR ≤ 10 %:	$M_R$ (psi) = 1,500 CBR.....	(3) <sup>3</sup>
Suelos CBR > 10 ≤ 20 %:	$M_R$ (psi) = 2,555 CBR <sup>0.64</sup> .....	(4) <sup>4</sup>
	: $M_R$ (psi) = 1,941 CBR <sup>0.6845</sup> .....	(5)
	: $M_R$ (psi) = 3,205 CBR <sup>0.55</sup> .....	(6)
	: $M_R$ (psi) = 3,000 CBR <sup>0.65</sup> .....	(7) <sup>5</sup>
Suelos Granulares	: $M_R$ (psi) = 4,326 L <sub>N</sub> CBR+241...	(8)

Las ecuaciones (3) y (8) están consideradas por la propia Guía AASHTO, y la ecuación (4) también es recomendada en la Guía de diseño Empírico-Mecanístico 2,002.

En el tramo en análisis, el módulo resiliente se estimará a partir de la ecuación (8) tratando que los valores adoptados sean congruentes con la ecuación de diseño desarrollada por la AASHTO.

### Subrasante en Plataforma

En el siguiente cuadro, se presenta un resumen de las características mecánicas de la subrasante en la plataforma, con la aplicación de la fórmula (8), y el CBR al 95% de la MDS= 25%.

CUADRO N° 2.6

PROGRESIVAS (Km.)	$M_R$ (psi)
162+300 – 162+600	14,165.86

Fuente: Elaboración Propia

<sup>3</sup> Heukelom & Klomp (1962).  
<sup>4</sup> Transportation and Road Research Laboratory (TRRL).  
<sup>5</sup> South African Council on Scientific and Industrial Research (CSIR).

## DISEÑO DE ESPESORES

Los espesores de las capas del pavimento, se determinan por medio de métodos de diseño a partir de formulaciones en las cuales se tiene en cuenta las características y propiedades de los materiales y las características del tránsito.

### METODOLOGÍA DE DISEÑO

El cálculo de espesores se efectuará a partir de la expresión (10) de diseño, para ello se requiere el valor de SN, que se obtiene de la siguiente expresión:

$$Log_{10}(W_{18}) = Z_r * S_o + 9.36 * Log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{Log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * Log_{10}(MR) - 8.07$$

...(9)

Donde:

$W_{18}$  : Numero proyectado de carga equivalente de 18 kips (18000 lb.) de aplicación de carga axial simples

$Z_r$  : Desviación estándar normal para el nivel de confiabilidad

$S_o$  : Error estándar combinado del tráfico proyectado y del comportamiento proyectado

$\Delta PSI$ : Diferencia entre índice de serviciabilidad inicial,  $p_o$ , y el índice de serviciabilidad terminal,  $p_t$

$M_R$  : Modulo resiliente (psi)

$SN$  : Numero estructural indicativo del espesor total del pavimento requerido

Los espesores finales de cada capa, se han determinado empleando la expresión propuesta por la AASHTO, la cual comprende los coeficientes de transformación para cada tipo de capa; para la transformación del número

estructural en capas granulares y carpeta de rodadura, se empleó la expresión siguiente:

$$SN = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot D_3 \cdot m_3 + a_n \cdot D_n \cdot m_n \dots \dots \dots (10)$$

Donde:

$a_i$  = Coeficiente de la capa "i"

$D_i$  = Espesor de la capa "i"

$m_i$  = Coeficiente de drenaje de la capa "i"

El diseño de pavimento, se ha efectuado para todo los sectores, (tomando en cuenta el módulo resiliente de la subrasante real y el tráfico) y dicho calculo se anexa al siguiente informe en la sección de anexos.

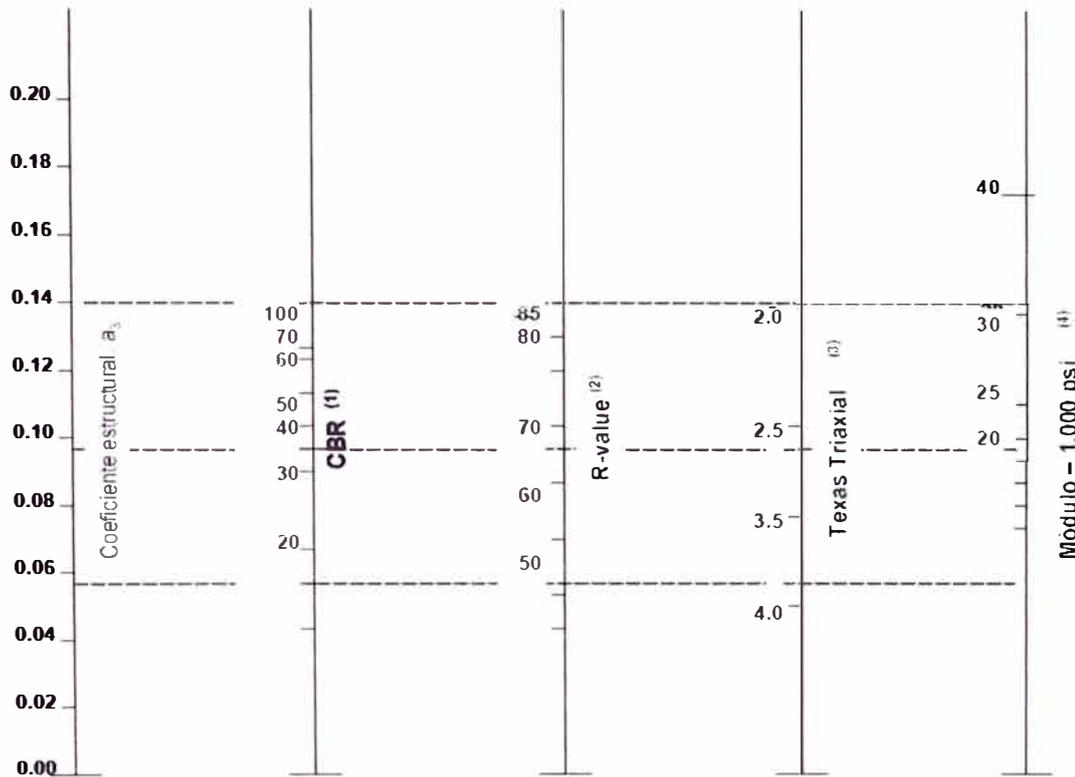
Habiéndose considerando la construcción en una sola etapa, se analizará la en un periodo de 10 años.

- Coeficientes de Capa

A cada capa de pavimento, se le ha atribuido un coeficiente de capa<sup>6</sup> ( $a_i$ ), este coeficiente permite convertir los espesores de capa a números estructurales ( $SN_i$ ); siendo cada coeficiente una medida de la capacidad relativa con la cual cada capa de material aporta a la estructura del pavimento, los valores están en función del módulo elástico de cada material, basados en lo señalado en Layer Coefficients, de la guía de Diseño AASHTO:

---

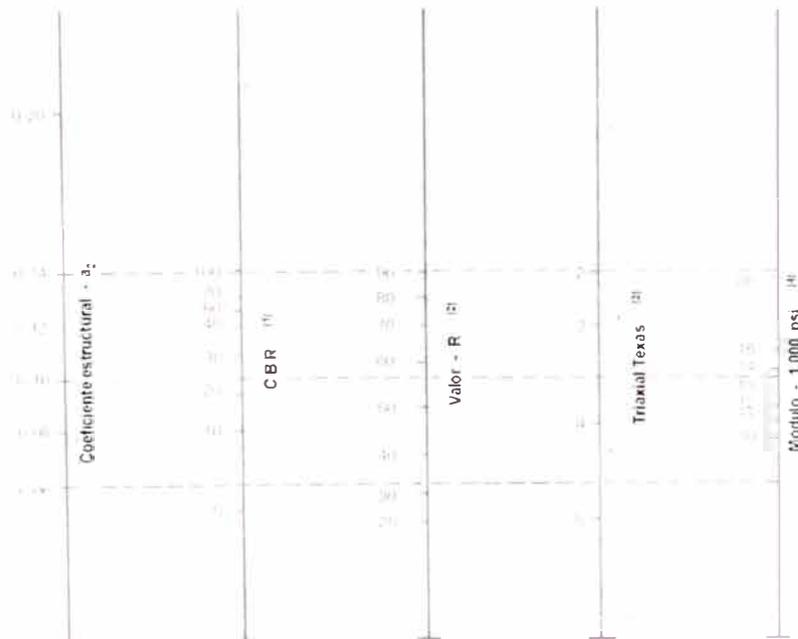
<sup>6</sup> Valores establecidos en la fase del Estudio de Factibilidad.



- (1) La escala derivó haciendo un promedio de las correlaciones obtenidas de Illinois
- (2) La escala derivó haciendo un promedio de las correlaciones obtenidas de California, New México y Wyoming
- (3) La escala derivó haciendo un promedio de las correlaciones obtenidas de Texas
- (4) La escala derivó en el proyecto NCHRP (3)

Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1,993

**GRAFICO N° 2.2: Base Granular**

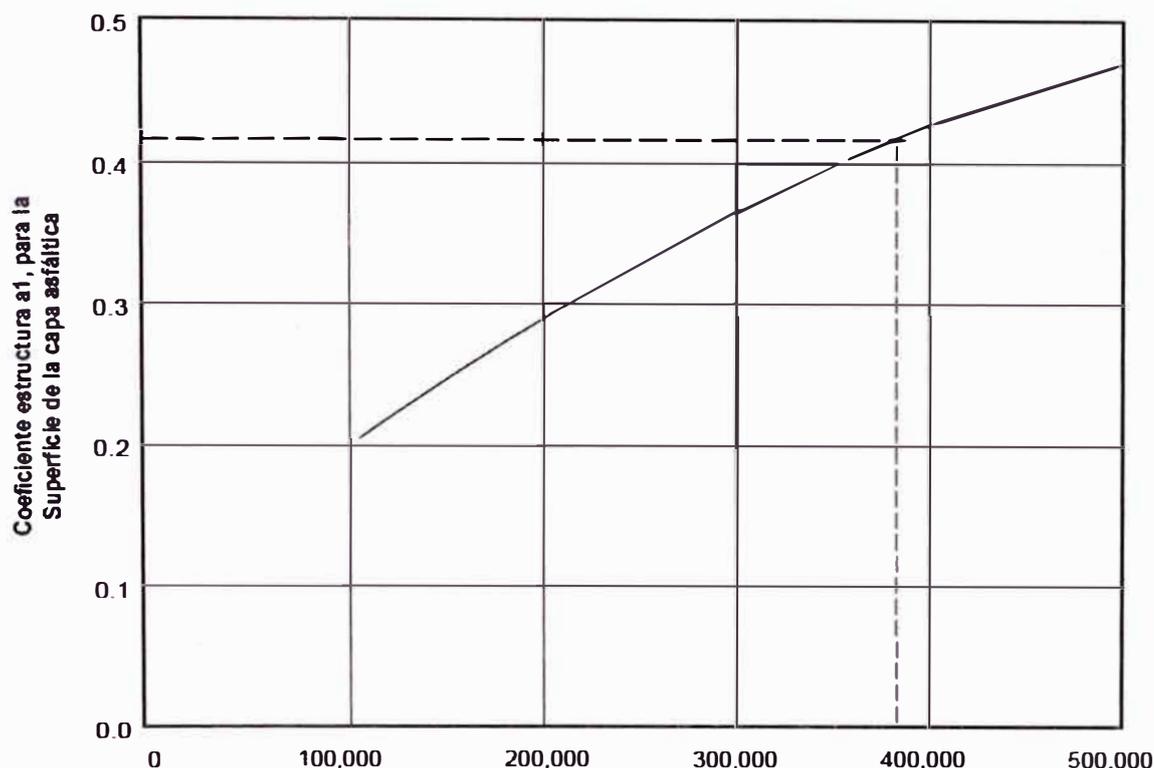


- (1) Escala derivada de las correlaciones de Illinois
- (2) Escala derivada de las correlaciones obtenidas del Instituto del Asfalto, California, New México y Wyoming
- (3) Escala derivada de las correlaciones de Texas
- (4) Escala derivada del proyecto NCHRP (3)

Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1,993

**GRAFICO N° 2.3: Sub Base Granular**

**GRÁFICO N° 2.4: Carpeta Asfáltica**



Según los gráficos 2.2, 2.3 y 2.4, tenemos finalmente lo siguiente:

**CUADRO N° 2.7**

MATERIAL	CONDICIÓN	A <sub>x</sub>
Carpeta Asfáltica	E=100,000	0.20/pulg.
Base Granular	CBR <sub>95%</sub> ≥ 65%	0.128/pulg.
Subbase Granular	CBR <sub>95%</sub> ≥ 58%	0.122/pulg.

Fuente: Elaboración Propia

- Drenaje

El drenaje, es fundamental para el buen comportamiento del pavimento, de nada servirá efectuar un adecuado diseño de pavimento si es que la vía no cuenta con un buen sistema de drenaje y un adecuado mantenimiento en el tiempo.

En el siguiente cuadro, se muestran definiciones generales correspondientes a distintos niveles de drenaje de la estructura del pavimento.

<b>Calidad del Drenaje</b>	<b>Termino para Remoción del Agua</b>
Excelente	2 Horas
Buena	1 Día
Aceptable	1 Semana
Pobre	1 Mes
Muy Pobre	(el agua no drena)

Para cada nivel de drenaje se aplica un coeficiente; éstos factores se denominan  $m_i$  y se integran dentro de la ecuación del Numero Estructural (SN) afectando el Coeficiente de Capa ( $a_i$ ) y el espesor correspondiente ( $D_i$ ), de acuerdo a la fórmula de diseño.

En el cuadro siguiente se muestra los valores que recomienda la AASHTO para  $m_i$  de acuerdo con la calidad del drenaje y el tiempo (durante el año) en el cual se espera que el pavimento esté normalmente expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación.

**CUADRO N° 2.8**

<b>Valores de <math>m_i</math> Recomendados para Modificar los Coeficientes de Capas de Base y Subbase Granulares</b>				
<b>Calidad del drenaje</b>	<b>% de Tiempo de Exposición de la Estructura del Pavimento a Nivel de Humedad Próximos a la Saturación</b>			
	<b>&lt;1%</b>	<b>1-5%</b>	<b>5-25%</b>	<b>&gt;25%</b>
<b>Excelente</b>	1.40–1.35	1.35–1.30	1.30–1.20	1.20
<b>Bueno</b>	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
<b>Aceptable</b>	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.80
<b>Pobre</b>	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
<b>Muy Pobre</b>	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

Fuente: Manual Aashto 1993

En el presente caso se considera:

- Que la exposición en agua de las estructuras de drenaje, entre 1 y 5 %
- La vía tendrá un drenaje aceptable, por consiguiente el valor (mi) tanto para la Base Granular que como la Subbase Granular, será igual a 1.10.

Con todos los datos anteriormente descritos obtenidos de ábacos y tablas, se obtuvo el número estructural con la desarrollo de la ecuación N° 09:

**CUADRO N° 2.9**

<b>PROGRESIVAS (Km.)</b>	<b>SN</b>
<b>162+300 – 162+600</b>	<b>2.44</b>

Fuente: Elaboración Propia

### **Estructura del pavimento**

La estructura del diseño del pavimento, se define considerando una estructura nueva en base al Número Estructural Total requerido que debe cumplir la carpeta asfáltica, base granular y subbase granular en conjunto, además se deberán respetar los espesores mínimos previsto por el Método AASHTO<sup>7</sup>.

El siguiente cuadro presenta los espesores requeridos para el pavimento recomendado, obtenidos mediante la aplicación del Método AASHTO, para el periodo de 10 años, según la expresión (10). La sección típica se muestra en el Anexo N° 10.

**CUADRO N° 2.10**

<b>Sector</b>	<b>Carpeta Asfáltica</b>	<b>Base Granular</b>	<b>Sub-base Granular</b>
Km. 162+300 – 162+600	3''	6''	8''

<sup>7</sup> Ver anexo N°9, el Diseño de espesores del pavimento.

## CAPITULO III. GEOLOGÍA Y GEOTECNÍA

### 3.1 GEOLOGÍA

La carretera Cañete – Huancayo, se divide en:

1<sup>ra</sup>. zona Lunahuaná-Tinco Yauricocha, que se considera de media a alta vulnerabilidad ante los riesgos geológicos.

2da. zona Tinco-Yauricocha-Huancayo, considerado de baja a media vulnerabilidad ante los riesgos geológicos.

El tramo en estudio comprende 300m de carretera aproximadamente y pertenece a la 1ra zona descrita líneas arriba.

La geología del área presenta rocas ígneas y sedimentarias que van desde el Jurásico hasta el Terciario y los suelos están representados por depósitos de origen aluvial, proluvial, eluvial, deluvial, coluvial, fluvioglaciario, entre otros.

Los factores geológico estructurales, geomorfológicos e hidrológicos juegan un rol importante en el comportamiento geodinámico de la zona, lo cual abarca la cuenca del río Cañete, en la cual se han podido detectar eventos como deslizamientos, derrumbes, erosión fluvial, huaycos, erosión de laderas, entre otros que han modificado y modifican el relieve de la cuenca; por otro lado la cuenca del río Mantaro, su relieve se caracteriza por presentar un marcado contraste morfológico, pues de las altas vertientes siguen extensas mesetas de superficies llanas, suavemente onduladas.

La utilización de explosivos en los cortes de la carretera será por en un sector determinado y único, en dicha zona no hay actividad humana, salvo la localidad de Alis que se encuentre a unos 2.5 Km.

Numerosas zonas de canteras provenientes de los depósitos fluvioglaciares, aluviales, proluviales, etc. están presentes a lo largo de toda la ruta.

Si bien es cierto los riesgos geológicos no pueden ser evitados al menos pueden ser minimizados, si se adoptan adecuadas medidas de prevención.

Difundir la información técnica existente sobre las medidas para evaluar y mitigar los efectos de los desastres naturales.

Se recomienda intensiva reforestación de los márgenes del río, laderas del valle y cuenca de recepción de las quebradas para evitar los efectos de la geodinámica externa.

Aprobación de los taludes de diseño por parte del propietario ya que a la larga los costos de construcción son un tercio menores a los de mantenimiento, se debe de construir gavión y muro de contención para protección de los márgenes de los ríos.

Mejoramiento del drenaje mediante sub drenes, alcantarillas y cunetas.

Utilización de métodos de sostenimiento modernos para la estabilización de taludes como pernos de anclajes en roca, a definir durante la construcción.

### 3.2 GEOTECNIA

Se han determinado los taludes teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Geomorfología, climatología, estratigrafía, geología estructural y geodinámica del tramo en estudio.
- Origen de los materiales sueltos a excavar.
- Clasificación Geotécnica de Campo.
- Recomendación de taludes
- Normas Peruanas para el diseño de carreteras.

Es importante entender la causa que producen los innumerables problemas de inestabilidad de taludes en las carreteras Peruanas a saber:

Ángulos de talud demasiado altos.

Exceso de la presión de poros debido a niveles freáticos o a un drenaje deficiente.

Erosión del agua superficial y pérdida de resistencia del suelo debido a la meteorización.

Excavaciones hechas en antiguos eventos geológicos como: deslizamientos, derrumbes, asentamientos, etc.

Es por ello se debe contribuir a que el talud de corte recomendados para el proyecto sea el más adecuados. A continuación se describe algunos eventos críticos que se podrían presentar y que de alguna manera se pueden localizar en toda la longitud de la carretera al cual pertenece nuestro tramo en estudio:

Derrumbes.- Es la caída repentina de una porción de suelo o roca o por pérdida de la resistencia al esfuerzo cortante, no presenta planos o superficie de deslizamiento.

Erosión fluvial.- Desgaste que producen las fuerzas hidráulicas de un río que actúa sobre sus márgenes y en el fondo de los cauces.

Desprendimiento de rocas.- Son caídas violentas de fragmentos rocosos de diversos tamaños, en forma libre, saltos, rebotes y rodamiento por pérdida de cohesión.

### 3.3 ESTABILIDAD DE TALUDES

En el siguiente tema se considera la utilización de técnicas de voladura para poder conseguir la estabilidad de taludes en el sector de estudio, específicamente en el Km. 162+505 del tramo, en ella el talud rocoso pertenece a una roca caliza de fracturamiento moderado, el cual se presenta en una prominencia reduciendo nuestro ancho de calzada a 6.00m y no permitir el transito de unidades de gran dimensión, tal como se muestra en el gráfico N° 3.1, parte de ella deberá ser volada aplicando técnicas de voladura controlada para lograr que el ancho de la vía sea de 6.50 metros, de la misma manera explicar la parte constructiva llamada comúnmente el “ciclo de excavación”.

Inicialmente se tiene que clasificar el macizo y esto se realizará según el índice de RMR Bienawsky, cuya tabla se observar en el Anexo N° 11, para ello se obtuvo la clase de roca de manera visual, cuyo resultado es de una

roca de origen sedimentaria de tipo caliza, con una resistencia uniaxial de la matriz rocosa de 75 Mpa, según dicha tabla nos indica que el macizo de Roca es resistente, es decir que el espécimen requiere más de un golpe de martillo para poder ser fracturado.

**GRAFICO N° 3.1**



Según el Anexo N° 12, se muestra como se obtiene la cohesión y la fricción del material rocoso por medio del programa Roclab, y con dichos datos se podrá verificar la estabilidad del talud terminado.

En el tramo en estudio se desarrollará la importancia que tiene la correcta voladura en determinado talud ya que el objetivo principal es producir a través de la detonación de los explosivos la fragmentación y el desplazamiento del macizo rocoso.

Para ello se determinará cual será la solución en la zona en cuestión, para ello se puede optar por la sección en medio túnel, o en todo caso es plantear un talud de 1:10 que es lo que normalmente se usa en este tipo de roca, pero en toda la longitud que es aproximadamente 10m, teniendo en cuenta que la última solución demandaría un gran volumen a volar, en el siguiente gráfico N° 3.2 podremos visualizar ambas secciones como alternativas de solución.

### GRAFICO N° 3.2



Sección área a excavar 15 m<sup>2</sup>



Sección área a excavar > 25m<sup>2</sup>

En definitiva la alternativa de obtener menos volumen de material a remover es mas lógico y si a eso se refuerza por alguna eventualidad con un sostenimiento de pernos full grouted en la cara del talud negativo se tendría una sección que su FS seria mayor que 1.3, este dato se puede verificar en el Anexo N° 13.

Determinado el tipo de solución, se enfocará en una correcta y adecuada voladura el cual tiene que producir dos efectos muy importantes, como son:

- Romper la roca de manera que este lo suficientemente triturada como para ser limpiada y transportada sin mucha dificultad.
- El macizo circundante a la voladura se dañe lo menos posible de modo que no afecte la zona circundante a la inicialmente planteada.

Para ello tenemos que distinguir los tipos de voladura tanto las voladuras propias de producción y las voladuras especiales de contorno que verdaderamente son las que afectan el diseño de talud. Las primeras deben tener en cuenta el material y los sistemas de fracturación teniendo en cuenta las discontinuidades del macizo y que las vibraciones producidas por las voladuras no deberán originar daños en las construcciones próximas, asimismo evitar proyecciones de trozos de roca donde puedan representar daños o algún tipo de peligro. Por otro lado las voladuras de contorno son las que directamente influyen en las construcciones de un talud en roca.

En la actualidad existen una serie de técnicas diferentes de voladura suave, de las cuales la más usadas son las de Recorte y Precorte, ambas consisten en el empleo de cargas explosivas lineares de baja energía colocadas en taladros muy cercanos entre si, para crear y controlar una grieta o plano de rotura.

En términos generales si el disparo para este corte es anterior a la voladura principal, se le denomina precorte mediante una fila de taladros generalmente de pequeño diámetro muy cercanas; pero si el disparo es después de la voladura principal se le denomina Recorte, en ambos el factor de carga se halla de igual forma pero el espaciamiento es mayor que el de precorte.

Con esa definición se desarrollará la técnica de **Recorte**, que será la técnica de voladura controlada en el presente estudio y se mencionará las particularidades que supone el uso de explosivos.

### **Tipos de Roca a excavar**

Para fines de voladura la roca se clasifica en tres tipos:

- Roca dura, que presenta una roca uniforme, no existe mayores fracturamiento y hay una adecuada dureza.
- Roca fracturada, es aquella que presenta una serie de fracturas o planos de debilidad los cuales pueden ser paralelos u orientado en diversa forma.
- Roca suelto, lo que comúnmente se llama terreno "malo", no presenta consistencia.

### **Tipo de Explosivo**

La elección del explosivo se basa en conocer sus características como son su capacidad rompedora, velocidad de detonación, sensibilidad, etc.

### **Colocación de la Carga**

Los explosivos se colocan dentro de agujeros cilíndricos que se perforan en el frente de trabajo los cuales se denominan taladros, la forma de colocar la carga dentro de ellos es un factor muy importante en el resultado de la voladura (grado de confinamiento y hermeticidad).

## Accesorios de voladura

Los accesorios de voladura tienen la finalidad de iniciar y retardar la acción de las cargas explosivas y las usadas son:

- Mecha de seguridad, llamada guía lenta son dispositivos que contienen pólvora en su interior y están forradas con capas de papel, hilos y plástico, su función es de inicial al fulminante común.
- Fulminante común, en una cápsula cilíndrica de aluminio cerrada en un extremo en cuyo interior lleva un determinada cantidad de explosivo primario muy sensible a la chispa de la mecha de seguridad.
- Cordón detonante, en un cordón que contiene en su interior material llamado pentrita de alto poder explosivo, que le da una alta velocidad de detonación por lo que es un buen iniciador.
- Fulminante Fanel, en un fulminante que posee un eficaz sistema de iniciación ya que posee un retardador que le permite detonar en diferentes intervalos; este fanel es iniciado con el común.

## Preparación de la Dinamita y los Accesorios para su uso

Una vez conocidos todos los accesorios de voladura, es importante saber cómo actúan, durante el proceso de excavación:

El primer paso que se realiza para iniciar la detonación de los taladros es prender la mecha de seguridad la cual transmite la chispa al fulminante común.

La detonación del fulminante común inicia al pentacord en el cual se han conectado los faneles.

Producida la detonación de los faneles, el fanel se activa y comunica al cebo la detonación, se denomina cebo al cartucho de dinamita en el cual se han insertado el fanel y que va a permitir iniciar a los demás cartuchos dentro del taladro.

## DISEÑO DE VOLADURAS

Hacer un diseño de voladura significa establecer el trazo de la perforación (ubicación y número de taladros) y la cantidad de carga por taladro. El proceso es el siguiente.

a) Se calcula la presión del taladro, con la siguiente expresión:

$$P_t = \frac{228 \times 10^{-6} \times \rho \times (VOD)^2}{1 + 0.8 \times \rho} \dots\dots(11)$$

Donde:

$\rho$  = densidad del explosivo

VOD = Velocidad de detonación del explosivo

La presión efectiva del taladro se halla como sigue:

$$P_{efectiva} = P_t \times \frac{Diametro_{explosivo}^{0.42}}{Diametro_{taladro}} \dots\dots(12)$$

b) Se calcula el Espaciamiento del recorte con la siguiente expresión:

$$E = Diametro_{taladro} \times \frac{(P_{efectiva} + Resistencia_{traccion})}{Resistencia_{traccion}} \dots\dots(13)$$

Y no debe superar a la siguiente expresión:

$$E \leq 16 \times Diametro_{taladro} \dots\dots(14)$$

Los espaciamientos en las líneas o filas de los taladros de producción son habitualmente el doble que los espaciamientos en el recorte.

c) Se calcula el volumen de roca a volar por disparo, teniendo en cuenta la longitud del taladro y multiplicando por el área de la sección.

$$V = S \times L \dots\dots(15)$$

Donde:

V = Volumen de roca a desplazar (m<sup>3</sup>)

S = Área de la sección (m<sup>2</sup>)

L = Longitud del taladro (m)

- d) Habiendo escogido el tipo de explosivos a emplear se hace la distribución de la malla según los espaciamientos hallados, y se hallaran cuantos cartuchos entran en cada taladro según características de cada explosivo.
- e) Se halla el factor de carga que viene a ser la cantidad de carga en Kg. por metro cúbico de roca que se desea volar.
- f) Se estimar la cantidad de carga por taladro dividiendo el peso de explosivo a usar entre longitud del taladros.

$$X = W / N \dots\dots (16)$$

Donde:

X= Carga promedio

W= peso del explosivo en Kg.

N= Número de taladros.

- g) Distribuir la carga promedial a cada tipo de taladro de la siguiente manera:

Carga del arranque: 1.3 a 1.5 veces la carga promedial X.

Carga de ayuda: 1.0 a 1.2 veces la carga promedial X.

Carga de contorno: 0.8 veces la carga promedial X.

- h) Distribuir los taladros de acuerdo a las siguientes recomendaciones:

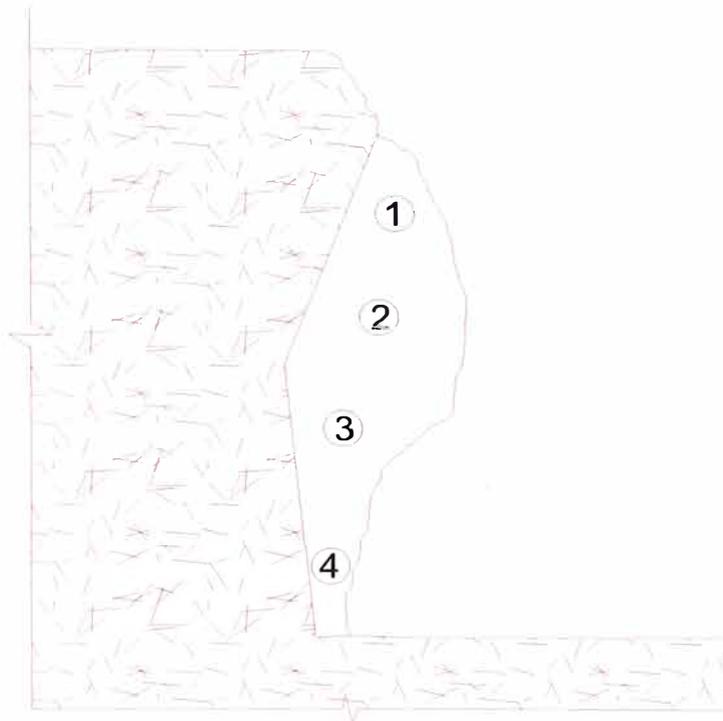
Ubicar el arranque se colocaran en la línea perimetral exterior.

Ir distribuyendo las ayudas en hileras paralelas a las de arranque.

Los taladros de contorno se colocaran en una línea imaginaria a 10cm del contorno.

En nuestra sección, el proceso será con 4 etapas, cada una con un diseño de voladura. A medida que se realizan las voladuras 1 y 2 se perforaran pernos full grouting que son pernos cementados con mortero en toda su longitud asegurados con tuercas y pernos, dichos pernos son barras de acero corrugado de 1" colocados después de perforar el taladro en el pecho de roca a manera de contribuir con la estabilidad del talud negativo, como se muestra en el grafico N° 3.3.

**GRAFICO N° 3.3**



### **Voladura en el Sector 1,**

En este sector usaremos barrenos de 3', 5' y 7' de longitud ya que los taladros se harán en el paralelo al plano inclinado y esto origina las diferentes longitudes; como tenemos el volumen a volar en este primer sector, hallaremos un taladro ideal para luego reformularlo en nuestra sección real.

El tipo de explosivo a usar para las líneas de producción Semexsa 65 de 1"x7" que tiene muy buena resistencia al agua si fuera el caso de existir, para uso en rocas intermedias a duras, tienen buen rendimiento, adaptabilidad y seguro manipuleo, y para los taladros de contorno se usaran los cartuchos Exadit 45 que realizan una voladura controlada y con explosivos de bajo poder rompedor, para observar mas características de ambos explosivos se anexan las fichas técnicas en el Anexo N° 14 y N° 15 del presente informe.

Reemplazando los valores del Semexsa 65 en la expresión (11) como son:

$$\rho = 1.12 \text{g/cm}^3$$

$$\text{VOD} = 4200 \text{m/seg.}$$

$$\text{Diámetro del taladro} = 51.0 \text{mm}$$

$$\text{Diámetro del explosivo} = 25.4 \text{mm.}$$

Tenemos un  $P_t = 2375.81 \text{ Mpa}$ , que reemplazando en la expresión (12) nuestro  $P_t$  efectivo es  $181.24 \text{ Mpa}$ .

Reemplazando la ecuación (13) con una resistencia a la tracción asumida de  $13.6 \text{ Mpa}$  se tiene un espaciamiento de  $730 \text{ mm}$ , y como un máximo se obtiene reemplazando en la expresión (14) que  $E < 816 \text{ mm}$ , es por ello que se asume un  $E_{\text{producción}} = 0.75 \text{ m}$ ,

El burden es de  $1.3 \times E$ , por lo tanto es  $B_1 = 0.95 \text{ m}$  entre las líneas de producción, entre la línea de contorno y línea de producción, será de  $\frac{1}{2}B$  es decir  $B_2 = 0.50 \text{ m}$ .

El espaciamiento entre taladros de la línea de contorno normalmente es  $\frac{1}{2}E_{\text{producción}}$ , es decir  $0.37 \text{ m}$ , pero si se reemplaza las características del explosivo Exadit 45, se tiene:

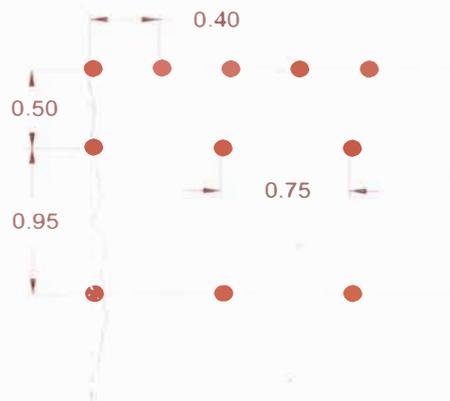
$$\rho = 1.00 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{VOD} = 3400 \text{ m/seg.}$$

En las ecuaciones (11), (12) y (13) se obtiene  $E_{\text{contorno}} = 0.45 \text{ m}$ , por lo tanto se tomara un espaciamiento uniforme de  $E_{\text{contorno}} = 0.40 \text{ m}$  en toda la línea de contorno.

Los espaciamientos se pueden observar a mas detalle en el grafico N° 3.4:

GRÁFICO N° 3.4



Las filas 1, 2 y 3 son los taladros de producción, la fila 4 es taladro de contorno, la separación es de  $0.95 \text{ m}$  en las primeras filas, en el ultimo se reduce, la plantilla se observa en el grafico 3.5. A continuación detallamos el cálculo.

**SECTOR 01**

Volumen a excavar 27.78 m<sup>3</sup>  
 Área de frente 27.70 m<sup>2</sup>  
 Long prom de taladro 1.00 m

Información referencial de cant de cartuchos	Semexsa	11	cartuchos en taladro de 8'
	Exadit	6	cartuchos en taladro de 8'

Numero de taladros	Fila	Diametro del explosivo	Tipo del explosivo	Longitud del taladro	Cantidad de cartucho	Total
14	1	1" x 7"	Semexsa 65	3	4.00	56
14	2	1" x 7"	Semexsa 65	5	7.00	98
14	3	1" x 7"	Semexsa 65	8	11.00	154
26	4	7/8" x 7"	Exadit 45	8	6.00	156

Numero de cartuchos Semexsa 65 308  
 Numero de cartuchos Exadit 45 156

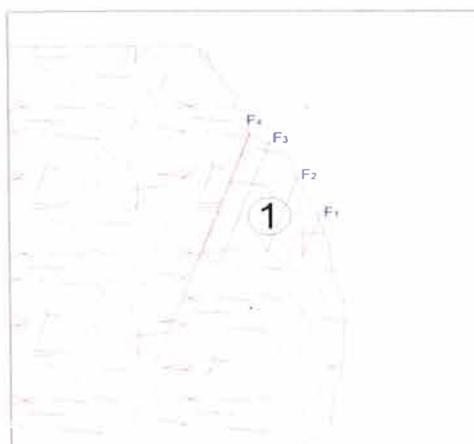
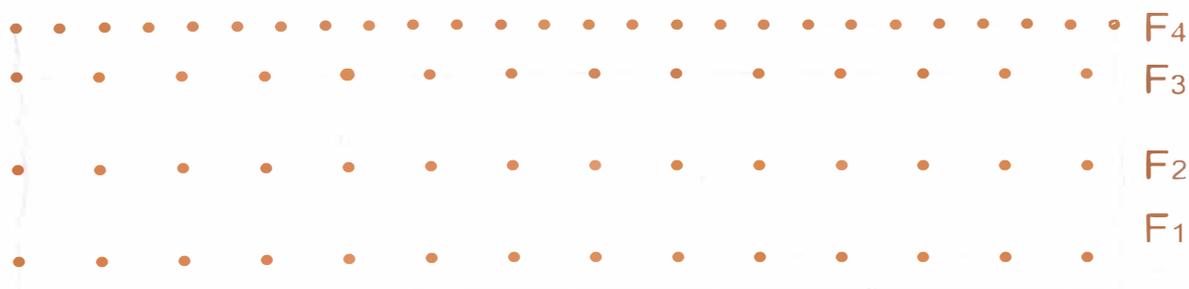
**Cantidad de Kilos de explosivo a emplear**

Tipo del explosivo	Numero de cartucho	Peso de cartucho	Total (Kg)
Semexsa 65	308	0.10	30.80
Exadit 45	156	0.08	12.48

43.28 Kg/disp

<b>Factor de carga</b>	<b>1.56</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>
<b>Factor lineal</b>	<b>43.16</b>	<b>Kg/m</b>

**GRÁFICO N° 3.5**



## Voladura en el Sector 2

En este sector usaremos barrenos de 7' en todo el sector 2, los espaciamientos es igual q el sector 1 salvo la separación entre las filas de producción serán de 0.78m, tal como se muestra en el grafico N° 3.6.

### SECTOR 02

Volumen a excavar	51.24	m <sup>3</sup>
Área de frente	20.76	m <sup>2</sup>
Long prom de taladro	2.47	m

Información referencial de cant de cartuchos	Semexsa	11	cartuchos en taladro de 8'
	Exadit	6	cartuchos en taladro de 8'

Numero de taladros	Fila	Diametro del explosivo	Tipo del explosivo	Longitud del taladro	Cantidad de cartucho	Total
14	1	1" x 7"	Semexsa 65	7	10.00	140
14	2	1" x 7"	Semexsa 65	7	10.00	140
14	3	1" x 7"	Semexsa 65	7	10.00	140
26	4	7/8" x 7"	Exadit 45	7	5.00	130

Numero de cartuchos Semexsa 65	420
Numero de cartuchos Exadit 45	130

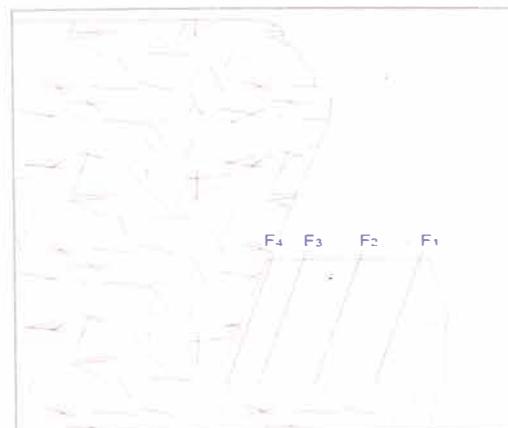
### Cantidad de Kilos de explosivo a emplear

Tipo del explosivo	Numero de cartucho	Peso de cartucho	Total (Kg)
Semexsa 65	420	0.10	42.00
Exadit 45	130	0.08	10.40

52.40 Kg/disp

<b>Factor de carga</b>	<b>1.02</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>
<b>Factor lineal</b>	<b>21.23</b>	<b>Kg/m</b>

### GRÁFICO N° 3.6



### Voladura en el Sector 3

En este sector 3 usaremos barrenos de 3' y 8' en toda la longitud del sector 3, los espaciamientos son similares al sector 1, tal como se muestra en el grafico N° 3.7.

#### SECTOR 03

Volumen a excavar	52.3	m <sup>3</sup>
Área de frente	29.82	m <sup>2</sup>
Long prom de taladro	1.75	m

Información referencial de cant de cartuchos	Semexsa	11	cartuchos en taladro de 8'
	Exadit	6	cartuchos en taladro de 8'

Numero de taladros	Fila	Diametro del explosivo	Tipo del explosivo	Longitud del taladro	Cantidad de cartucho	Total
14	1	1" x 7"	Semexsa 65	3	4.00	56
14	2	1" x 7"	Semexsa 65	7	10.00	140
14	3	1" x 7"	Semexsa 65	8	11.00	154
26	4	7/8" x 7"	Exadit 45	8	6.00	156

Numero de cartuchos Semexsa 65	350
Numero de cartuchos Exadit 45	156

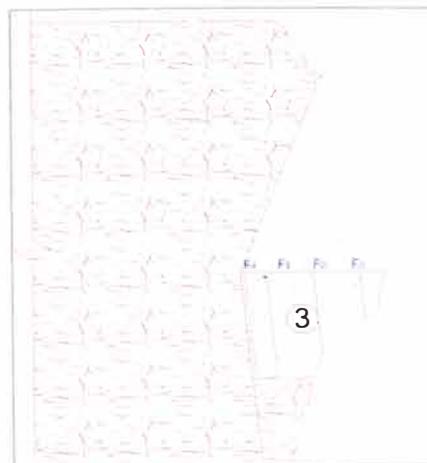
#### Cantidad de Kilos de explosivo a emplear

Tipo del explosivo	Numero de cartucho	Peso de cartucho	Total (Kg)
Semexsa 65	350	0.10	35.00
Exadit 45	156	0.08	12.48

47.48 Kg/disp

<b>Factor de carga</b>	<b>0.91</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>
<b>Factor lineal</b>	<b>27.07</b>	<b>Kg/m</b>

GRAFICO N° 3.7



### Voladura en el Sector 4

En este sector 3 usaremos barrenos de 8' y 7' en toda la longitud del sector 4, solo tendría 2 filas F<sub>1</sub> y F<sub>2</sub>, los espaciamientos y distribución es como se muestra en el grafico N° 3.8.

#### SECTOR 04

Volumen a excavar	18.9	m <sup>3</sup>
Área de frente	11.20	m <sup>2</sup>
Long prom de taladro	1.69	m

Información referencial de cant de cartuchos	Semexsa	11	cartuchos en taladro de 8'
	Exadit	6	cartuchos en taladro de 8'

Numero de taladros	Fila	Diametro del explosivo	Tipo del explosivo	Longitud del taladro	Cantidad de cartucho	Total
14	1	1" x 7"	Semexsa 65	8	11.00	154
26	2	7/8" x 7"	Exadit 45	7	5.00	130

Numero de cartuchos Semexsa 65	154
Numero de cartuchos Exadit 45	130

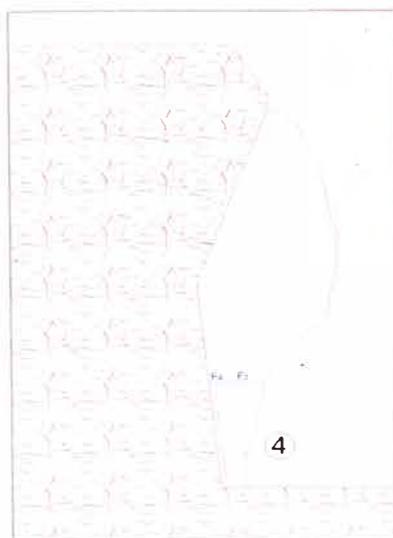
#### Cantidad de Kilos de explosivo a emplear

Tipo del explosivo	Numero de cartucho	Peso de cartucho	Total (Kg)
Semexsa 65	154	0.10	15.40
Exadit 45	130	0.08	10.40

25.80 Kg/disp

<b>Factor de carga</b>	<b>1.37</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>
<b>Factor lineal</b>	<b>15.29</b>	<b>Kg/m</b>

GRAFICO N° 3.8



La dirección de salida de la voladura puede ser paralela a la cara del talud, si es perpendicular puede existir riesgo de rodadura incontrolada de piedras. Con estos taladros verticales se suele disparar en una sola etapa, limpiando el desmonte del primer tiro antes de disparar el segundo.

En los taladros de producción se cargarán los explosivos con el número de cartuchos de dinamita indicados en los cuadros de cada sector en la zona cercana a la carretera y conforme se profundice al contorno, se cargarán menos cartuchos para disturbar en lo menos posible al macizo rocoso. Para el caso del contorno, se efectuará la voladura controlada cargando con cartuchos de dinamita de bajo poder rompedor, instalados en medias de cañas de PVC, espaciados a 7ft (1 cartucho de explosivo) y con cordón detonante colocado a lo largo de la media caña. Al final del carguío se colocará un taco inerte para taponear los taladros y aprovechar al máximo la energía que disipa los explosivos hacia la roca. En el anexo N° 16 se muestra detalle de los tipos de taladros.

Los detonadores no eléctricos son los accesorios de voladura que se emplearán para iniciar la detonación del explosivo. La secuencia de iniciación es para una voladura trapezoidal, generando la cara libre a los 75ms y así sucesivamente hasta llegar al contorno. La voladura de cada sector se demora aproximadamente unos 300 milisegundos.

El tiempo necesario para la perforación, instalación de material explosivo en el sector 1 será de 6 días aproximadamente, de ahí los demás sectores un lapso de 3 días.

Luego de terminar el sector 1 y antes de proceder a realizar la perforación del sector 2, se colocaran pernos full grouted para contrarrestar cualquier intento de desestabilización del talud negativo, a medida que se avanza con cada sector para lo cual se dispondrá colocar pernos de 2.4 m, el taladro para estos se realizaran con el mismo equipo jackleg, el procedimiento de este se encontrara en la especificación técnica.

## CAPITULO IV. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y METRADOS

### 4.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ESTUDIO

Las presentes Especificaciones Técnicas contienen las condiciones a ser aplicadas en el presente Informe de Ampliación y Mejoramiento de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo. Forman parte del presente expediente las Especificaciones Técnicas Generales para construcción de Carreteras (EG2000), aprobadas con R.D. N° 1146 – 2000 – MTC/15.17 del 27 de Diciembre del 2000, cuyo contenido será utilizado por las presentes Especificaciones Técnicas.

También es conveniente mencionar en este Informe la documentación técnica que modifica, incorpora y rectifica errores materiales dentro de las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras (EG-2000), aprobadas por las siguientes Resoluciones:

- Resolución Directoral N° 047 – 2005 MTC/14 del 19.05.05, que aprueba la Modificación de la Sección 406 (2000) Asfalto, Subsección 406.02 Materiales y que consta de cinco (5) folios.
- Resolución Directoral N° 087 – 2005 MTC/14 del 13.12.05, que aprueba la Rectifica los errores materiales comprendidas en las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000 aprobada por Resolución Directoral N° 1146 – 2000 - MTC/15.17 y que consta de once (11) folios.

El objetivo de estas Especificaciones Técnicas es el de complementar y actualizar, disposiciones técnicas relativas a los materiales y modalidad de ejecución previstas en las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras (EG-2000) del M.T.C. en su versión del año 2000 y readecuadas para este Informe para obtener la calidad de los materiales a emplearse y a la correcta metodología constructiva a seguir en cualquier trabajo.

Por todo ello el desarrollo de estas Especificaciones Técnicas se pueden observar en el Anexo N°18.

## 4.2 RESUMEN GENERAL DE METRADOS

**DE METRADOS**  
**AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA**  
**CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO**  
KM. 162+300 AL KM. 162+600

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDA	UND.	METRADOS
<b>200</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
201	Corte en roca fija	m3	151.47
202	Corte en material suelto	m3	1,861.23
203	Escarificación, Homog. y Compactación de la plataforma exist.	m2	388.20
204	Conformación de sub-rasante	m2	2,334.60
205	Conformación de terraplenes	m3	51.60
206	Pernos full grouted	und	38.00
<b>300</b>	<b>SUB BASE Y BASE</b>		
301	Sub base granular	m3	456.00
302	Base granular	m3	356.10
<b>400</b>	<b>PAVIMENTO ASFALTICO</b>		
401	Imprimación asfáltica	m2	2,194.80
402	Pavimento de concreto asfáltico en caliente	m3	163.80
403	Asfalto diluido	gln	579.43
404	Cemento asfáltico	gln	7,633.08
405	Filler mineral	tn	9.02
406	Aditivo para asfalto	kg	79.35
<b>700</b>	<b>TRANSPORTE</b>		
701	Transporte de material granular hasta 1Km	m3-Km	863.71
702	Transporte de material granular después de 1Km	m3-Km	17,655.78
703	Transporte de material a eliminar hasta 1Km	m3-Km	2,012.66
704	Transporte de material a eliminar después de 1Km	m3-Km	77,289.71
705	Transporte de mezcla asfáltica hasta 1Km	m3-Km	163.80
706	Transporte de mezcla asfáltica después de 1Km	m3-Km	11,717.21

(Ver detalle de cada partida a continuación)

**RESUMEN  
DE METRADOS  
AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA  
CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO  
KM. 162+300 AL KM. 162+600**

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDA	UND.	METRADOS
<b>200</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
201	Corte en roca fija	m3	151.47
202	Corte en material suelto	m3	1,861.23
203	Escarificación, Homog. y Compactación de la plataforma exist.	m2	388.20
204	Conformación de sub-rasante	m2	2,334.60
205	Conformación de terraplenes	m3	51.60
206	Pernos full grouted	und	38.00

AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA  
CAÑETE-YAUYOS-HUANCAYO  
KM. 162+300 AL KM. 162+600

PROGRESIVA	DIST. M.	AREA M2		VOLUMEN M3		VOLUMEN DE CORTE M3		
		RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	R.F	R.S.	M.S
		162+300.00	0	1.78	0.00	0.00	0.00	0.00
162+330.00	30.00	0.00	7.38	13.35	55.35	0.00	0.00	55.35
162+360.00	30.00	0.00	5.83	0.00	198.15	0.00	0.00	198.15
162+390.00	30.00	0.00	6.05	0.00	178.20	0.00	0.00	178.20
162+420.00	30.00	0.00	6.68	0.00	190.95	0.00	0.00	190.95
162+450.00	30.00	0.00	4.74	0.00	171.30	0.00	0.00	171.30
162+480.00	30.00	2.55	0.53	19.13	79.05	0.00	0.00	79.05
162+510.00	30.00	0.00	22.94	19.13	352.05	0.00	0.00	352.05
162+540.00	30.00	0.00	3.22	0.00	392.40	151.47	0.00	240.93
162+570.00	30.00	0.00	7.26	0.00	157.20	0.00	0.00	157.20
162+600.00	30.00	0.00	8.61	0.00	238.05	0.00	0.00	238.05
<b>SUB - TOTAL ( M3 )</b>				<b>51.60</b>	<b>2,012.70</b>	<b>151.47</b>	<b>0.00</b>	<b>1,861.23</b>

**ESCARIFICADO, HOMOGENIZADO Y COMPACTACION**

PROGRESIVA	DIST.		Ancho (M)	Ancho Promedio (M)	Area (M2)
	(M)	(M)			
162+300.00			8.86		
162+330.00	30.00		0.00	4.43	132.90
162+360.00	30.00		0.00	0.00	0.00
162+390.00	30.00		0.00	0.00	0.00
162+420.00	30.00		0.00	0.00	0.00
162+450.00	30.00		0.00	0.00	0.00
162+480.00	30.00		8.51	4.26	127.65
162+510.00	30.00		0.00	4.26	127.65
162+540.00	30.00		0.00	0.00	0.00
162+570.00	30.00		0.00	0.00	0.00
162+600.00	30.00		0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL</b>					<b>388.20</b>

**CONFORMACION DE SUBRASANTE**

PROGRESIVA	DIST.	CONDICION			Area (M2)
	(M)		Ancho (M)	Ancho Promedio (M)	
162+300.00		CORTE	0.00		
162+330.00	30.00	CORTE	9.64	4.82	144.60
162+360.00	30.00	CORTE	9.64	9.64	289.20
162+390.00	30.00	CORTE	9.63	9.64	289.05
162+420.00	30.00	CORTE	9.64	9.64	289.05
162+450.00	30.00	CORTE	8.11	8.88	266.25
162+480.00	30.00	CORTE	0.00	4.06	121.65
162+510.00	30.00	CORTE	9.64	4.82	144.60
162+540.00	30.00	CORTE	9.37	9.51	285.15
162+570.00	30.00	CORTE	8.10	8.74	262.05
162+600.00	30.00	CORTE	8.10	8.10	243.00
<b>TOTAL</b>					<b>2,334.60</b>

**RESUMEN SUB BASE Y BASE**  
AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA  
CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO  
Km 162+300 A Km 162+600

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDA	UND.	TOTALES
<b>300</b>	<b>SUB BASE Y BASE</b>		
301	Sub base granular	m3	456.00
302	Base granular	m3	356.10

AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA  
**CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO**  
 Km 162+300 A Km 162+600  
**SUSTENTO DE METRADOS**

<b>PARTIDA : 301 - SUB BASE</b>	<b>METRADOS DETALLADOS por Km</b>
<b>PARTIDA : 302 - BASE</b>	<b>METRADOS DETALLADOS por Km</b>

PROGRESIVA	DISTANCIA	Sub_base 301	base 302	SUB_BASE	BASE
( km )	( m )	( m <sup>2</sup> )	( m <sup>2</sup> )	( m <sup>3</sup> )	( m <sup>3</sup> )
162+300.00		1.21	1.14		
162+330.00	30.00	1.85	1.25	45.90	35.85
162+360.00	30.00	1.85	1.25	55.50	37.50
162+390.00	30.00	1.85	1.25	55.50	37.50
162+420.00	30.00	1.21	1.14	45.90	35.85
162+450.00	30.00	1.21	1.14	36.30	34.20
162+480.00	30.00	1.21	1.14	36.30	34.20
162+510.00	30.00	1.80	1.21	45.15	35.25
162+540.00	30.00	1.80	1.21	54.00	36.30
162+570.00	30.00	1.21	1.14	45.15	35.25
162+600.00	30.00	1.21	1.14	36.30	34.20
<b>TOTAL</b>				<b>456.00</b>	<b>356.10</b>

**RESUMEN DE METRADOS**  
**Km. 162+300 al Km. 162+600**

ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDA	UND.	METRADOS
<b>400</b>	<b>PAVIMENTO ASFALTICO</b>		
401	Imprimación asfáltica	m2	2,194.80
402	Pavimento de concreto asfáltico en caliente	m3	163.80
403	Asfalto diluido	gln	579.43
404	Cemento asfáltico	gln	7,633.08
405	Filler mineral	tn	9.02
406	Aditivo para asfalto	kg	79.35

AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA  
CAÑETE-YAUYOS-HUANCAYO  
KM. 162+300 AL KM. 162+600  
**SUSTENTO DE METRADOS**

**PARTIDA : 401 - IMPRIMACION ASFALTICA**

PROGRESIVA	DISTANCIA	ANCHO	AREA
( km )	( m )	( m )	( m <sup>2</sup> )
162+300		6.72	
162+330	30.00	7.78	217.50
162+360	30.00	7.78	233.40
162+390	30.00	7.78	233.40
162+420	30.00	7.78	233.40
162+450	30.00	6.72	217.50
162+480	30.00	6.72	201.60
162+510	30.00	7.58	214.50
162+540	30.00	7.58	227.40
162+570	30.00	6.72	214.50
162+600	30.00	6.72	201.60
<b>TOTAL km 162+300 AL Km 162+600</b>			<b>2,194.80</b>

**METRADOS**

163.80 m3

PARTIDA : PAVIMENTO ASFALTICO

PROGRESIVA ( km )	DISTANCIA ( m )	CARPETA ASFALTICA	
		AREA ( m2 )	VOLUMEN ( m3 )
162+300.00		0.50	
162+330.00	30.00	0.59	16.35
162+360.00	30.00	0.59	17.70
162+390.00	30.00	0.59	17.70
162+420.00	30.00	0.59	17.70
162+450.00	30.00	0.50	16.35
162+480.00	30.00	0.50	15.00
162+510.00	30.00	0.55	15.75
162+540.00	30.00	0.55	16.50
162+570.00	30.00	0.50	15.75
162+600.00	30.00	0.50	15.00
<b>TOTAL</b>			<b>163.80</b>

## METRADOS

PARTIDA 405.A : ASFALTO DILUIDO	<b>579.43 Gln</b>
---------------------------------	-------------------

TASAS: IMPRIMACION = ASFALTO DILUIDO RC 250 = 0.264 Gln/m2

### PLATAFORMA

PROGRESIVA	IMPRIMACION	ASFALTO DILUIDO RC 250	TOTAL
km	(m2)	(Gln)	(Gln)
162+300.00			
162+330.00	217.50	57.42	57.42
162+360.00	233.40	61.62	61.62
162+390.00	233.40	61.62	61.62
162+420.00	233.40	61.62	61.62
162+450.00	217.50	57.42	57.42
162+480.00	201.60	53.22	53.22
162+510.00	214.50	56.63	56.63
162+540.00	227.40	60.03	60.03
162+570.00	214.50	56.63	56.63
162+600.00	201.60	53.22	53.22
<b>TOTAL</b>	<b>2,194.80</b>	<b>579.43</b>	<b>579.43</b>

## METRADOS

PARTIDA : CEMENTO ASFALTICO 7,633.08 Gln

TASAS : CEMENTO ASFÁLTICO/CARPETA ASF.= 46.60 Gln/m3

### PLATAFORMA

PROGRESIVA (Km)	DISTANCIA ( m )	CARPETA ASFALTICA	
		VOLUMEN ( m3 )	CEMENTO ASFÁLTICO ( Gln )
162+300.00			
162+330.00	30.00	16.35	761.91
162+360.00	30.00	17.70	824.82
162+390.00	30.00	17.70	824.82
162+420.00	30.00	17.70	824.82
162+450.00	30.00	16.35	761.91
162+480.00	30.00	15.00	699.00
162+510.00	30.00	15.75	733.95
162+540.00	30.00	16.50	768.90
162+570.00	30.00	15.75	733.95
162+600.00	30.00	15.00	699.00
<b>TOTAL</b>		<b>163.80</b>	<b>7,633.08</b>

## METRADOS

PARTIDA : FILLER MINERAL	9.02 Tn
--------------------------	---------

TASAS: FILLER / CARPETA ASFALTICA = 0.055 Tn/m3

### PLATAFORMA

PROGRESIVA	CARPETA ASFALTICA	FILLER	TOTAL
km	(m3)	(Tn)	(Tn)
162+300.00			
162+330.00	16.35	0.90	0.90
162+360.00	17.70	0.97	0.97
162+390.00	17.70	0.97	0.97
162+420.00	17.70	0.97	0.97
162+450.00	16.35	0.90	0.90
162+480.00	15.00	0.83	0.83
162+510.00	15.75	0.87	0.87
162+540.00	16.50	0.91	0.91
162+570.00	15.75	0.87	0.87
162+600.00	15.00	0.83	0.83
<b>TOTAL</b>	<b>163.80</b>	<b>9.02</b>	<b>9.02</b>

## METRADOS

PARTIDA : ADITIVO PARA ASFALTO	<b>79.35 Kg</b>
--------------------------------	-----------------

TASAS: ADITIVO / CEMENTO ASFALT. = 0.038 Kg/gal

### PLATAFORMA

PROGRESIVA km	CEMENTO ASFÁLTICO (Gln)	ADITIVO PARA ASFALTO (Kg)	TOTAL (Kg)
162+300.00			
162+330.00	761.91	28.95	28.95
162+360.00	260.96	9.92	9.92
162+390.00	263.29	10.01	10.01
162+420.00	265.62	10.09	10.09
162+450.00	131.65	5.00	5.00
162+480.00	130.48	4.96	4.96
162+510.00	130.48	4.96	4.96
162+540.00	130.48	4.96	4.96
162+570.00	13.05	0.50	0.50
162+600.00	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>2,087.92</b>	<b>79.35</b>	<b>79.35</b>

## CONCLUSIONES

- La Serviciabilidad del pavimento está entre regular a mala, esta vía es a nivel de afirmado ya que actualmente esta la carretera Cañete – Huancayo forma parte del programa Proyecto Perú, es por ello que la vía se ve que tiene mejoras de conservación y de transitabilidad.
- La clasificación del suelo es GM y el ensayo de CBR realizado de este suelo nos arroja un valor de 25% a un 95% MDS lo cual nos indica que no necesita mayor mejoramiento en el terreno de fundación, lo que no dificulta mayormente un diseño de pavimento convencional de asfalto en caliente.
- En nuestro tramo en estudio, la calicata para la clasificación del suelo que se realizó no se llegó a encontrar nivel freático.
- La Geología de la zona presenta rocas ígneas y sedimentarias que van desde el Jurásico hasta el Terciario, específicamente en nuestro sector se ha observado presencia de caliza.
- Se ha planteado en la parte de geotecnia varios tipos de soluciones para contrarrestar el drenaje como sub drenes, alcantarillas y cunetas, dichas obras de arte serán desarrolladas en el capítulo de Obras de arte y Drenaje.
- En el Km. 162+505 se observa una curva de aproximadamente 10 metros en el cual se tiene que hacer un diseño de voladura para permitir el tránsito de los vehículos de transporte pesado.
- La sección terminada de dicho Kilómetro tendrá un talud negativo lo cual según resultados de estabilidad (Slide) nos arroja un factor de seguridad aceptable, teniendo en cuenta que dichos parámetros de la roca fueron asumidos en forma coherente con el existente, pues no se realizó un ensayo de mecánica de rocas.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda usar las canteras Huantan, Paccha y San Blas, base, sub base, relleno y carpeta asfáltica, ello por la disponibilidad del material. Según el diseño de pavimentos los espesores para la estructura tiene las siguientes dimensiones:

Sector	Carpeta Asfáltica	Base Granular	Sub-base Granular
Km. 162+300 – 162+600	3"	6"	8"

- Se recomienda que el área de conservación como la de protección ambiental desarrollen un plan para salvaguardar la integridad tanto de los trabajadores como a la población en el momento de la voladura, muy a pesar de que los explosivos a usar son de bajo poder rompedor.
- Que la extracción de los materiales de préstamo, en las canteras, sea en forma racional y planificada, previa autorización respectiva. Los materiales que se remitan de la cantera a la obra, para Relleno, Sub-base ó Base, deben ser previamente zarandeados con el objeto de no generar desmonte ó desperdicios a lo largo de la carretera en construcción.
- Se recomienda que en el proceso de la voladura de los primeros sectores al terminar el 1er sector y antes de empezar el siguiente periodo de voladura se haga el sostenimiento correspondiente colocando los pernos embebidos en mortero de cemento para estabilizar el talud negativo que se está planteando.
- La técnica a emplear en la voladura será la de recorte puesto que por el tipo de material a volar no se recomienda generar una línea de falla al contrario conviene primero realizar la voladura principal o de producción para luego hacer la voladura en la fila de taladros cercano que son los de contorno y así generar superficies de rocas lisas y estables.

- Se recomienda que haciendo la ejecución de esta voladura de forma de corroborar datos asumidos en la etapa de proyecto sería conveniente realizar ensayos de mecánica de rocas para que de esta manera se pueda obtener mayor seguridad en nuestro planteamiento de solución.

## BIBLIOGRAFÍA

- Exsa; Manual Práctico de Voladura, 4ta edición, 2005.
- JUAREZ BADILLO, EULALIO; Mecánica de Suelos - Tomo I; Editorial Limusa, México, 1973
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones, "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras (EG - 2000)", Lima 2000.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones, "Manual de Carreteras pavimentadas y no pavimentadas de bajo tránsito".
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones, "Manual del Diseño Geométrico de las Carreteras (DG-2001)", Lima 2001.
- Ministerio de Economía y Finanzas, "Guía de Identificación, Formulación y Evaluación social de Proyectos de Rehabilitación y Mejoramiento de caminos vecinales a nivel de Perfil", Lima , Abril 2007.
- Rossell de Almeida, Carlos; Procesos de Exacavacion en Túneles de pequeña sección con uso de dinamita", UNI 1993.

# ANEXOS

<b>Nº</b>	<b>DESCRIPCION</b>
1	Ensayos de calicatas
2	Perfil Estratigráfico
3	Cuadro Resumen de ensayos especiales de canteras
4	Cuadro Resumen de ensayos químicos de canteras y fuentes agua
5	Diagrama de canteras
6	Diagrama de fuentes de agua
7	Coeficientes de espesores por tipo de capa estructural
8	Espesores mínimos según EALs
9	Diseño del calculo de espesores
10	Plano de sección típica de pavimento
11	Tabla para clasificación RMR - Bienawski
12	Resultados de macizo rocoso en el Roclab
13	Resultado de Factor de Seguridad en el programa Slide
14	Hoja Técnica de explosivos Semexsa 65
15	Hoja Técnica de explosivos Exadit 45
16	Tipo de taladros de perforación con explosivos
17	Detalle del perno full grouted
18	Especificaciones Técnicas
19	Secciones Transversales

**ENSAYO DE GRANULOMETRIA POR TAMIZADO**

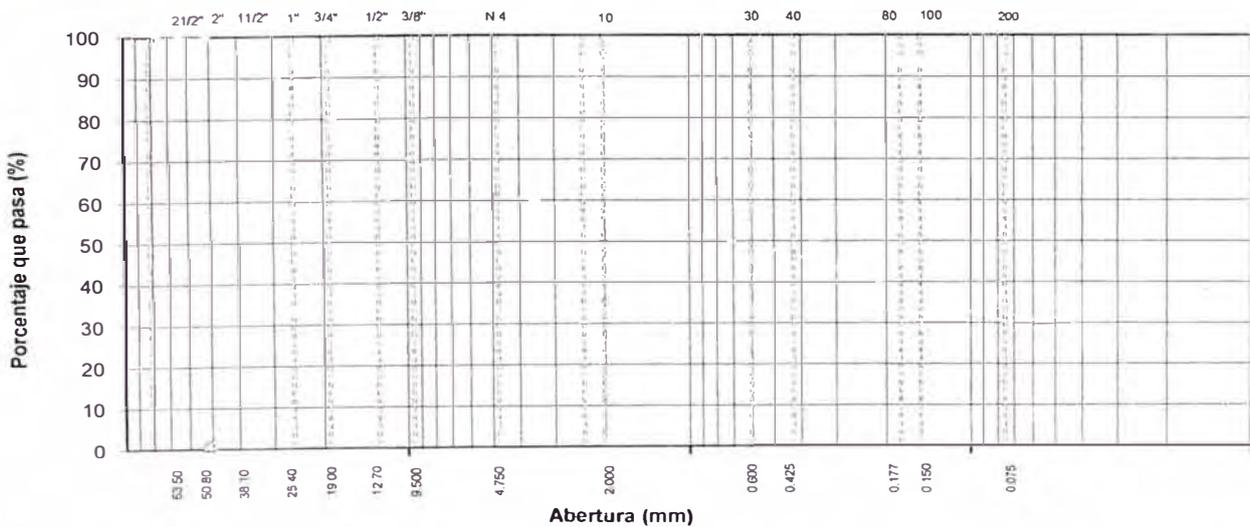
(NORMA AASHTO T-27, ASTM D422; MTC E 204)

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CANETE-YAUZOS-JUANCAJO KM.163+200 AL 163+500

<b>CALICATA</b> : C-1	<b>GRUPO</b> : N° 06
<b>UBICACIÓN</b> : KM. 163+300	<b>TECNICO LABORATORISTA</b> : M CAHUAY A.
<b>MUESTRA</b> : M1	<b>HECHO POR</b> : M. CAHUAY A.
<b>PROFUNDIDAD</b> : 0.00 - 0.15	<b>FECHA</b> : 27/04/2007

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
3 1/2"	80.89					
3"	76.200				100.0	Peso Inicial (g) : 6,611.5
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0	Peso Fracción Seca (g) : 440.9
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.100	296.0	4.5	4.5	95.5	
1"	25.400	501.6	7.6	12.1	87.9	Tamaño Máximo (pulg) :
3/4"	19.000	469.6	7.1	19.2	80.8	% en peso Piedra : 38.3%
1/2"	12.700	450.9	6.8	26.0	74.0	% en peso arena : 31.5%
3/8"	9.500	314.5	4.8	30.7	69.3	Límite Líquido (LL) : 19.4
N° 4	4.750	501.1	7.6	38.3	61.7	Límite Plástico (LP) : 0.0
N° 8	2.360					Índice Plástico (IP) : 0.0
N° 10	2.000		4.8	43.2	56.8	Contenido de Humedad :
N° 16	1.190					CU : 30.3
N° 20	0.840		5.4	48.6	51.4	CC : 0
N° 30	0.600					Clasificación(SUCS) : GM
N° 40	0.425		4.6	53.2	46.8	Clasific.(AASHTO) : A-2-4 ( 0 )
N° 50	0.300					
N° 80	0.177		9.8	63.0	37.0	<b>OBSERVACIONES :</b>
N° 100	0.150		3.3	66.3	33.7	ARENAS LIMOSAS
N° 200	0.075		3.6	69.9	30.1	
< N° 200	FONDO		30.1	100.0		

**CURVA GRANULOMETRICA**



Ingeniero Responsable

Técnico Laboratorista

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

(NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318, MTC E110)

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

MUESTRA : M-1 GRUPO : N° 06  
 CALICATA : C-01 TECNICO : M. CAHUAY A.  
 FECHA : 27/04/2009 :

**DATOS DE LA MUESTRA**

PROGRESIVA : 163+300  
 PROFUNDIDAD: 0.00 - 0.15

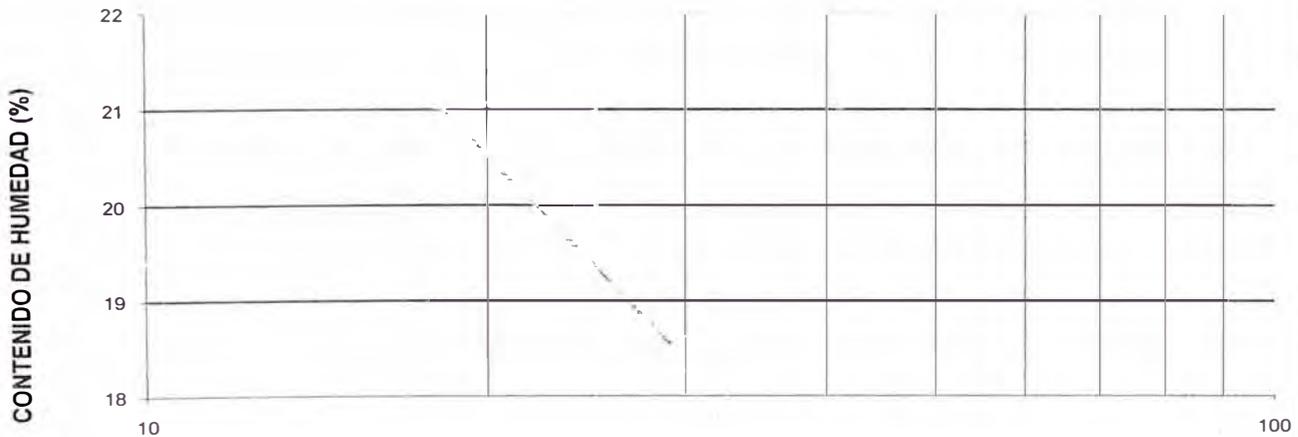
**LIMITE LIQUIDO**

N° TARRO		J	E	F
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	14.32	12.34	12.21
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	12.76	11.02	10.83
PESO DE AGUA	(g)	1.56	1.32	1.38
PESO DEL TARRO	(g)	4.34	4.29	4.28
PESO DEL SUELO SECO	(g)	8.42	6.73	6.55
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	18.53	19.61	21.07
NUMERO DE GOLPES		29	24	18

**LIMITE PLASTICO**

N° TARRO		54	56
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	11.68	10.90
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	10.77	10.06
PESO DE AGUA	(g)	0.91	0.84
PESO DEL TARRO	(g)	6.24	6.15
PESO DEL SUELO SECO	(g)	4.53	3.91
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	20.09	21.48

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO	19.4
LIMITE PLASTICO	NP
INDICE DE PLASTICIDAD	NP

**OBSERVACIONES**

--

**ENSAYO DE GRANULOMETRIA POR TAMIZADO**

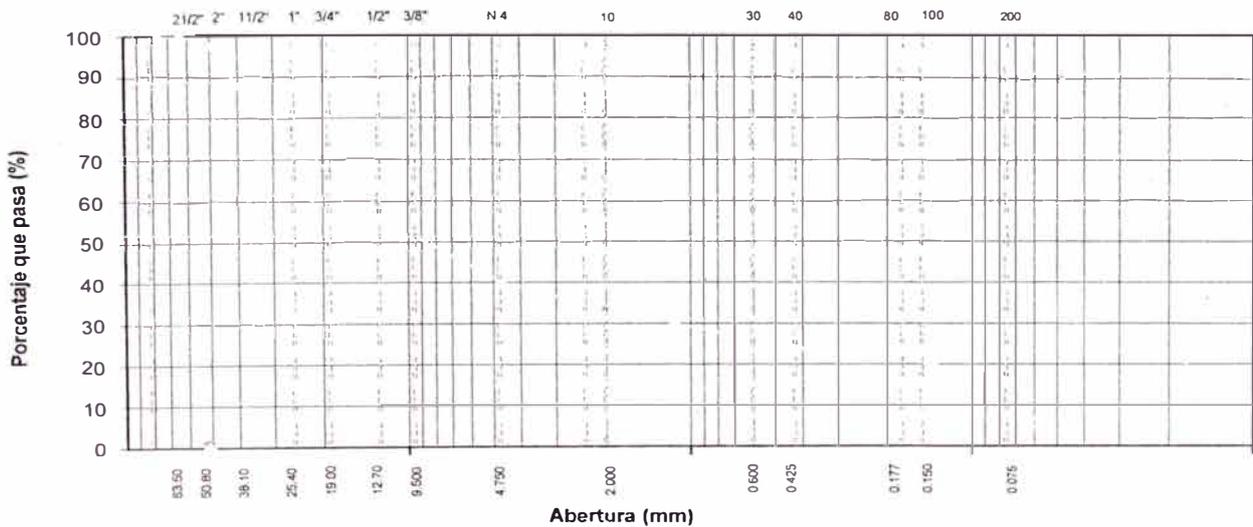
(NORMA AASHTO T-27, ASTM D422; MTC E 204)

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CANETE - YUMOS HUANCAYO KM 163+200 AL 163+500

<b>CALICATA</b> : C-1	<b>GRUPO</b> : N° 06
<b>UBICACIÓN</b> : KM. 163+300	<b>TECNICO LABORATORISTA</b> : M CAHUAY A.
<b>MUESTRA</b> : M-2	<b>HECHO POR</b> : M. CAHUAY A.
<b>PROFUNDIDAD</b> : 0.15 - 0.30	<b>FECHA</b> : 27/04/2007

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
3 1/2"	80.89					
3"	76.200					Peso Inicial (g) : 8.385.7
2 1/2"	63.500				100.0	Peso Fracción Seca (g) : 458.7
2"	50.800	192.1	2.3	2.3	97.7	
1 1/2"	38.100	1005.9	12.0	14.3	85.7	
1"	25.400	748.1	8.9	23.2	76.8	Tamaño Máximo (pulg) : 1
3/4"	19.000	853.3	10.2	33.4	66.6	% en peso Piedra : 59.7%
1/2"	12.700	650.6	7.8	41.1	58.9	% en peso arena : 22.6%
3/8"	9.500	627.3	7.5	48.6	51.4	Límite Líquido (LL) : 23.2
N° 4	4.750	928.1	11.1	59.7	40.3	Límite Plástico (LP) : 16.0
N° 8	2.360					Índice Plástico (IP) : 7.2
N° 10	2.000	78.4	6.9	66.6	33.4	Contenido de Humedad : 182.2
N° 16	1.190					CU : 0.9
N° 20	0.840	63.9	5.6	72.2	27.8	Clasific. (USCS) : GC
N° 30	0.600					Clasific. (AASHTO) : A-2-4 (0)
N° 40	0.425	41.2	3.6	75.8	24.2	
N° 50	0.300					
N° 80	0.177	49.3	4.3	80.1	19.9	<b>OBSERVACIONES :</b>
N° 100	0.150	13.1	1.2	81.3	18.7	GRAVAS ARCILLOSAS
N° 200	0.075	11.5	1.0	82.3	17.7	
< N° 200	FONDO	201.3	17.7	100.0		

**CURVA GRANULOMETRICA**



Ingeniero Responsable

Técnico Laboratorista

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

(NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318, MTC E110)

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

<b>MUESTRA</b> : M-2	<b>GRUPO</b> : N° 06
<b>CALICATA</b> : C-01	<b>TECNICO</b> : M. CAHUAYA.
<b>FECHA</b> : 27/04/2009	:

**DATOS DE LA MUESTRA**

**PROGRESIVA** : 163+300  
**PROFUNDIDAD**: 0.15 - 0.30

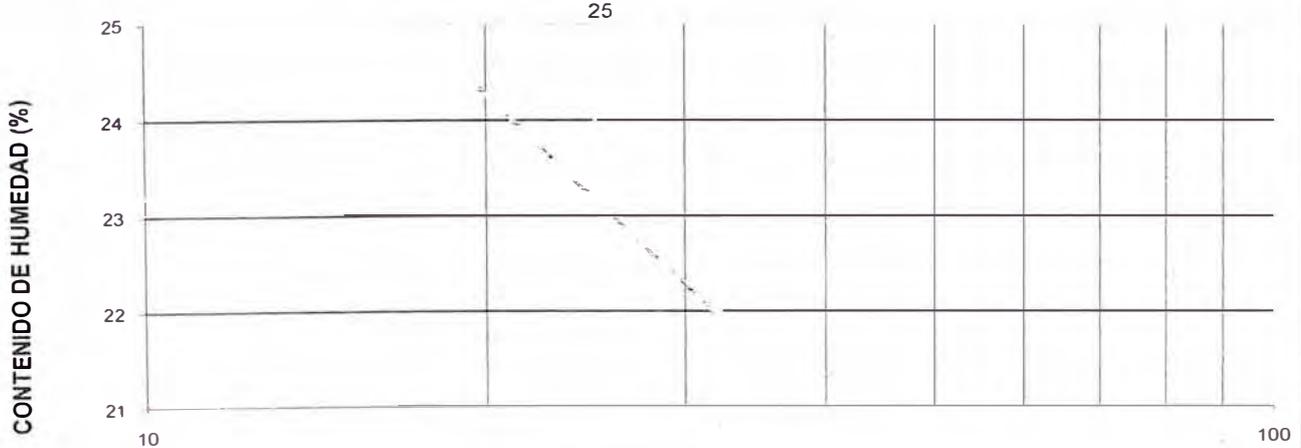
**LIMITE LIQUIDO**

N° TARRO		G	E	H
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	12.53	12.44	13.04
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	11.04	10.90	11.32
PESO DE AGUA	(g)	1.49	1.54	1.72
PESO DEL TARRO	(g)	4.27	4.29	4.32
PESO DEL SUELO SECO	(g)	6.77	6.61	7.00
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.01	23.30	24.57
NUMERO DE GOLPES		32	24	19

**LIMITE PLASTICO**

N° TARRO		4	3
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	26.12	26.77
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	25.34	25.97
PESO DE AGUA	(g)	0.78	0.80
PESO DEL TARRO	(g)	20.52	20.92
PESO DEL SUELO SECO	(g)	4.82	5.05
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	16.18	15.84

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO	23.2
LIMITE PLASTICO	16.0
INDICE DE PLASTICIDAD	7.2

**OBSERVACIONES**

--

**ENSAYO DE GRANULOMETRIA POR TAMIZADO**

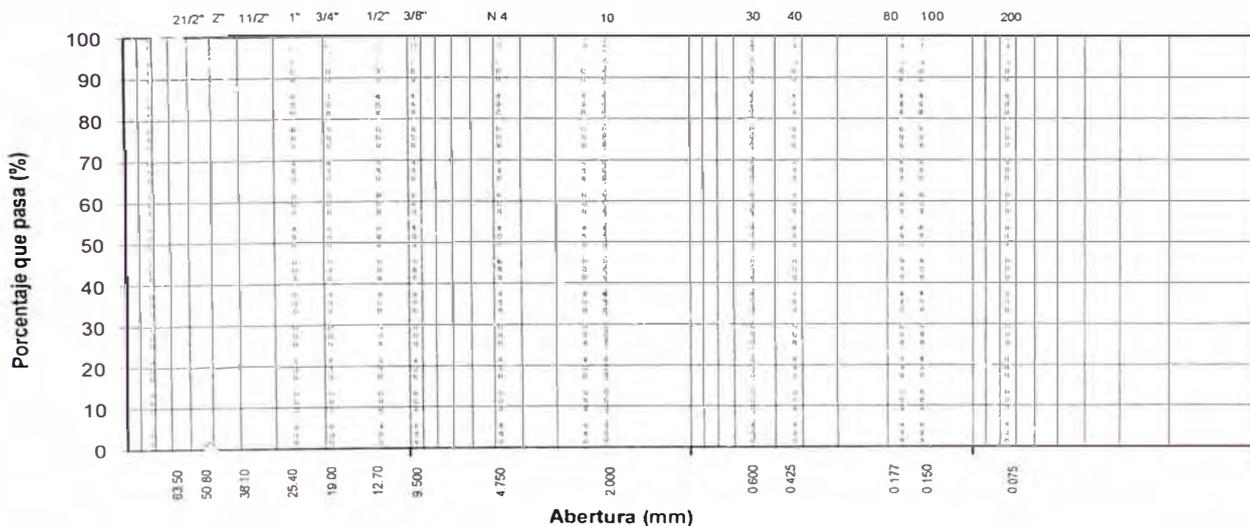
(NORMA AASHTO T-27, ASTM D422; MTC E 204)

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CANETE YAUYOS HUANCAYO / KM 163+200 AL 163+500

CALICATA : C-1	GRUPO : N° 06
UBICACIÓN : KM. 163+300	TECNICO LABORATORISTA : M CAHUAY A.
MUESTRA : M-3	HECHO POR : M. CAHUAY A.
PROFUNDIDAD : 0.30 - 1.20	FECHA : 27/04/2007

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
3 1/2"	80.89					
3"	76.200					Peso Inicial (g) : 8,512.5
2 1/2"	63.500				100.0	Peso Fracción Seca (g) : 465.5
2"	50.800	549.6	6.5	6.5	93.5	
1 1/2"	38.100	588.3	6.9	13.4	86.6	
1"	25.400	767.6	9.0	22.4	77.6	Tamaño Máximo (pulg) : :
3/4"	19.000	694.9	8.2	30.5	69.5	% en peso Piedra : 55.6%
1/2"	12.700	692.1	8.1	38.7	61.3	% en peso arena : 25.1%
3/8"	9.500	560.6	6.6	45.3	54.7	Límite Líquido (LL) : 25.5
N° 4	4.750	882.6	10.4	55.6	44.4	Límite Plástico (LP) : 18.1
N° 8	2.360					Índice Plástico (IP) : 7.4
N° 10	2.000	79.3	7.6	63.2	36.8	Contenido de Humedad : :
N° 16	1.190					CU : 162
N° 20	0.840	69.7	6.6	69.8	30.2	CC : 0.4
N° 30	0.600					Clasificación (SUCS) : GC
N° 40	0.425	43.4	4.1	74.0	26.0	Clasific. (AASHTO) : A-2-4 ( 0 )
N° 50	0.300					
N° 80	0.177	49.7	4.7	78.7	21.3	<b>OBSERVACIONES :</b>
N° 100	0.150	11.0	1.0	79.8	20.2	GRAVAS ARCILLOSAS
N° 200	0.075	10.5	1.0	80.8	19.2	
< N° 200	FONDO	201.9	19.2	100.0		

**CURVA GRANULOMETRICA**



Ingeniero Responsable

Técnico Laboratorista

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

(NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318, MTC E110)

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

<b>MUESTRA</b> : M-3	<b>GRUPO</b> : N° 06
<b>CALICATA</b> : C-01	<b>TECNICO</b> : M. CAHUAY A.
<b>FECHA</b> : 27/04/2009	:

**DA-TOS DE LA MUESTRA**

**PROGRESIVA** : 163+300  
**PROFUNDIDAD**: 0.30 - 1.20

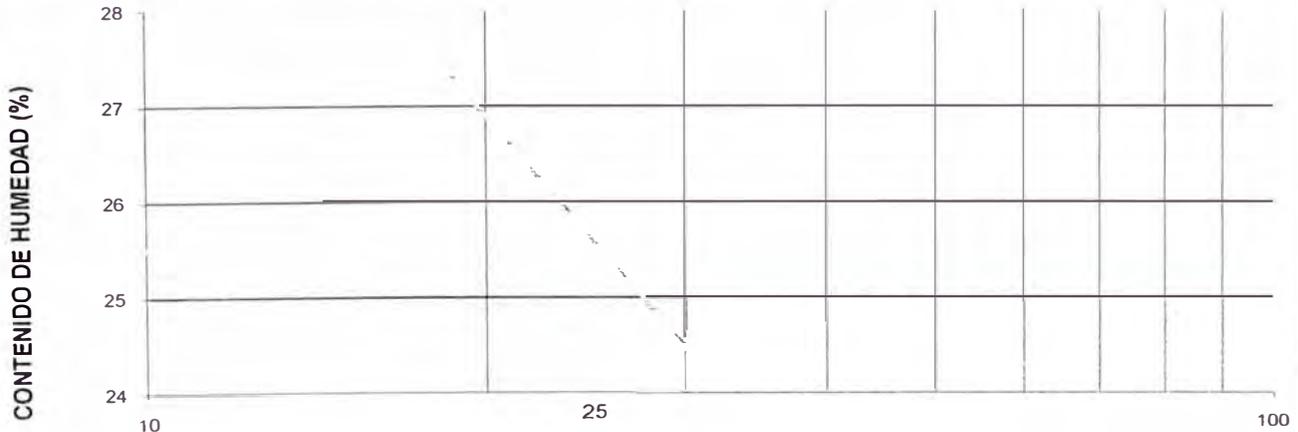
**LIMITE LIQUIDO**

N° TARRO		K	F	B
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	12.42	12.55	12.24
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	10.82	10.84	10.53
PESO DE AGUA	(g)	1.60	1.71	1.71
PESO DEL TARRO	(g)	4.29	4.28	4.32
PESO DEL SUELO SECO	(g)	6.53	6.56	6.21
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	24.50	26.07	27.54
NUMERO DE GOLPES		30	23	18

**LIMITE PLASTICO**

N° TARRO		4	2
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	26.33	28.71
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	25.46	27.52
PESO DE AGUA	(g)	0.87	1.19
PESO DEL TARRO	(g)	20.52	21.13
PESO DEL SUELO SECO	(g)	4.94	6.39
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	17.61	18.62

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO	25.5
LIMITE PLASTICO	18.1
INDICE DE PLASTICIDAD	7.4

**OBSERVACIONES**

--



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

### Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos

Lima 100 - Perú Teléfono: (51-14) 811070 Anexo 308 - Telefax: 3813842

#### INFORME N° S09 -249

**SOLICITANTE** : BARRIOS CASTILLA AURELIO, CALLA ALVITES MIRKO, CHIRINOS RECHARTE BLANCA  
 LIMACO HERRERA ANGEL A. RAMIREZ ACOSTA JANNETTE  
**PROYECTO** : MEJORAMIENTO DE LA CARETERA CAÑETE-YAUYO-CHUPACA  
**UBICACIÓN** : CAÑETE YAUYOS CHUPACA (ALLIS)  
**FECHA** : 24 DE ABRIL DEL 2009

#### REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO GRUPO 7

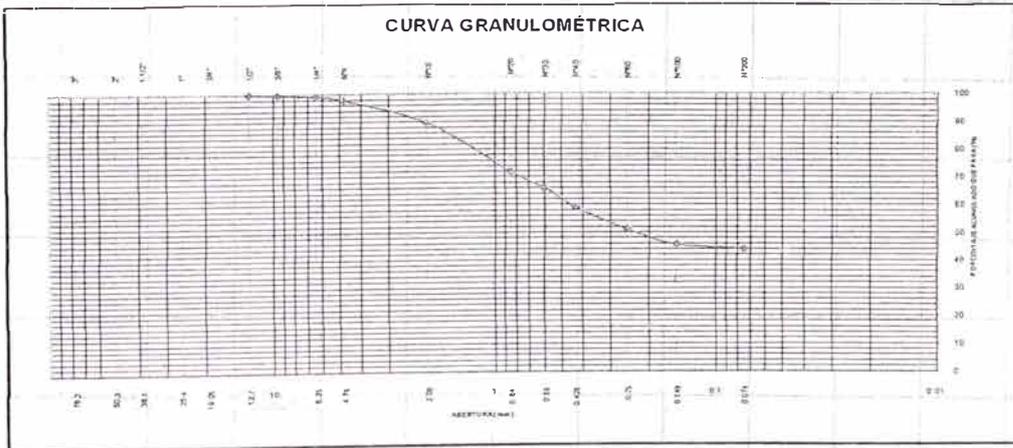
#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	(% ) Parcial Retenido	(% ) Acumulado	
			Retenido	Pasa
3"	76.200	-	-	
2"	50.300	-	-	
1 1/2"	38.100	-	-	
1"	25.400	-	-	
3/4"	19.050	-	-	
1/2"	12.700	-	-	100.0
3/8"	9.525	0.3	0.3	99.7
1/4"	6.350	0.4	0.8	99.2
N°4	4.760	1.4	2.2	97.8
N°10	2.000	8.1	10.3	89.7
N°20	0.840	17.7	28.0	72.0
N°30	0.590	6.0	34.0	66.0
N°40	0.426	7.1	41.1	58.9
N°60	0.250	7.7	48.8	51.2
N°100	0.149	5.5	54.3	45.7
N°200	0.074	1.5	55.9	44.1
- N°200		44.1		

% grava	: 2.2
% arena	: 53.6
% finos	: 44.1

LÍMITES DE CONSISTENCIA	ASTM
D4318	
LÍMITE LIQUIDO (%)	35.60
LÍMITE PLÁSTICO (%)	28.90
ÍNDICE PLÁSTICO (%)	6.70

CLASIFICACION SUCS-ASTM D-2487 : SM  
 CLASIFICACION AASHTO M-145 : A-4(1)



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante  
 Ejecución : Tec. W. Diaz R.





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

### Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos

Lima 100 - Perú Teléfono: (51-14) 811070 Anexo 308 - Telefax: 3813842

#### INFORME N° S09-229

**SOLICITADO :** GRUPO N°8 SECCION "A"  
 Bachilleres : Victor Cardenas Rosadio, Jose Garay Valverde,  
 Edwin Labajos Escalante, Johnny Vargas Soto, Elias Jaramillo Aira

**PROYECTO :** Curso de Titulacion 2009, Estudio de Carretera Lunahuana-Chupaca

**UBICACIÓN :** Tramo de Yauyos a Ronchas, Prov. De Yauyos, Dpto. de Junin (KM 162+730)

**FECHA :** 23 de Abril del 2009

#### REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

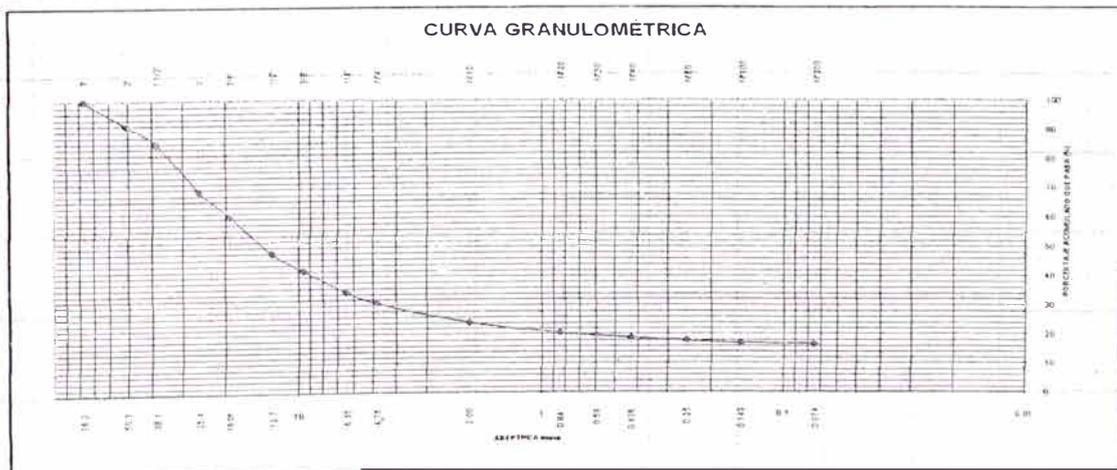
#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

Tamiz	Abertura (mm)	Parcial (%)	Reten (%)	
			Reten	Pasa
3"	76.200	-	-	100.0
2"	50.300	8.2	8.2	91.8
1 1/2"	38.100	6.0	14.2	85.8
1"	25.400	16.4	30.6	69.4
3/4"	19.050	8.4	39.0	61.0
1/2"	12.700	12.9	52.0	48.0
3/8"	9.525	5.8	57.8	42.2
1/4"	6.350	7.3	65.2	34.8
N°4	4.760	3.9	69.1	30.9
N°10	2.000	6.7	75.8	24.2
N°20	0.840	3.6	79.4	20.6
N°30	0.590	0.9	80.3	19.7
N°40	0.426	0.9	81.2	18.8
N°60	0.250	1.0	82.1	17.9
N°100	0.149	0.8	83.0	17.0
N°200	0.074	0.3	83.3	16.7
- N°200		16.7		

% grava	69.1
% arena	14.2
% finos	16.7

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	34.4
LÍMITE PLÁSTICO (%)	22.9
ÍNDICE PLÁSTICO (%)	11.5

Clasificación SUCS ASTM D2487 : GC  
 % Humedad ASTM D2216 : 6.3



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante

Ejecución : Tec. Jean Chávez



*Jose Wilfredo Gutierrez Lazares*  
 JOSE WILFREDO GUTIERREZ LAZARES  
 ING. JEFE DEL LABORATORIO  
 Lab. de Mecánica de Suelos UNI



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

### Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos

Lima 100 - Perú Teléfono: (51-14) 811070 Anexo 308 - Telefax: 3813842

#### INFORME N° S09-229

SOLICITADO : GRUPO N°8 SECCION "A"  
 Bachilleres : Victor Cardenas Rosadio, Jose Garay Valverde,  
 Edwin Labajos Escalante, Johnny Vargas Soto, Elias Jaramillo Aira

PROYECTO : Curso de Titulacion 2009, Estudio de Carretera Lunahuana-Chupaca

UBICACIÓN : Tramo de Yauyos a Ronchas, Prov. De Yauyos, Dpto. de Junin (KM 162+730)

FECHA : 23 de Abril del 2009

#### RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

##### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO ( C.B.R. ) ASTM D1883

###### a).- Ensayo Preliminar de Compactación

###### Ensayo Proctor Modificado ASTM D1557

Método : C

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 2.122

Optimo Contenido de Humedad (%) : 8.8

###### b).- Compactación de moldes

MOLDE N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
Numero de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	2.122	2.047	1.925
Contenido de Humedad	8.8	8.8	8.8

###### c).- Cuadro C.B.R. Para 0.1 pulg de Penetración

MOLDE N°	Penetración ( pulg )	Presión Aplicada ( $\text{Lb}/\text{pulg}^2$ )	Presión Patrón ( $\text{Lb}/\text{pulg}^2$ )	C.B.R. (%)
I	0.1	440	1000	44.0
II	0.1	282	1000	28.2
III	0.1	172	1000	17.2

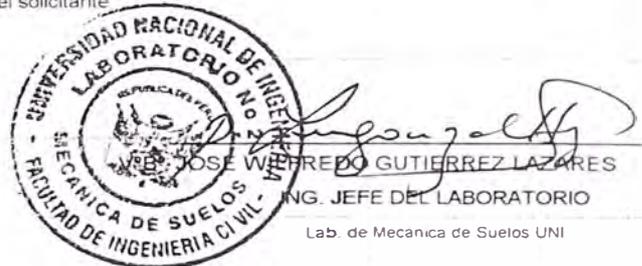
C.B.R. Para el 100% de la M.D.S. : 44.0 %

C.B.R. Para el 95% de la M.D.S. : 25.0 %

d).- Expansión(%) : No Presenta

Nota : La muestra fue remitida e identificada por el solicitante

Ejecución : Tec Jean Chavez



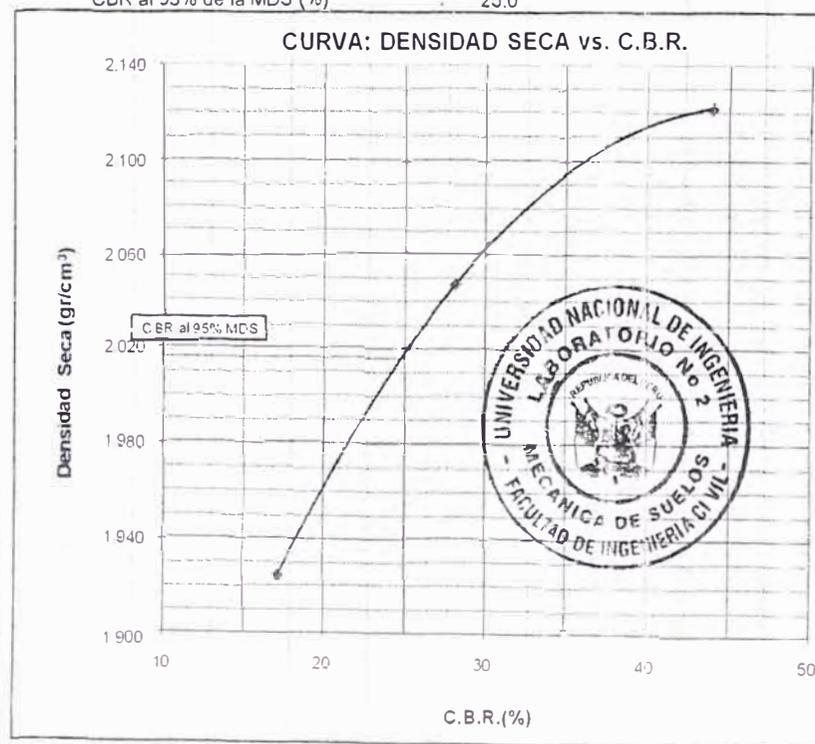
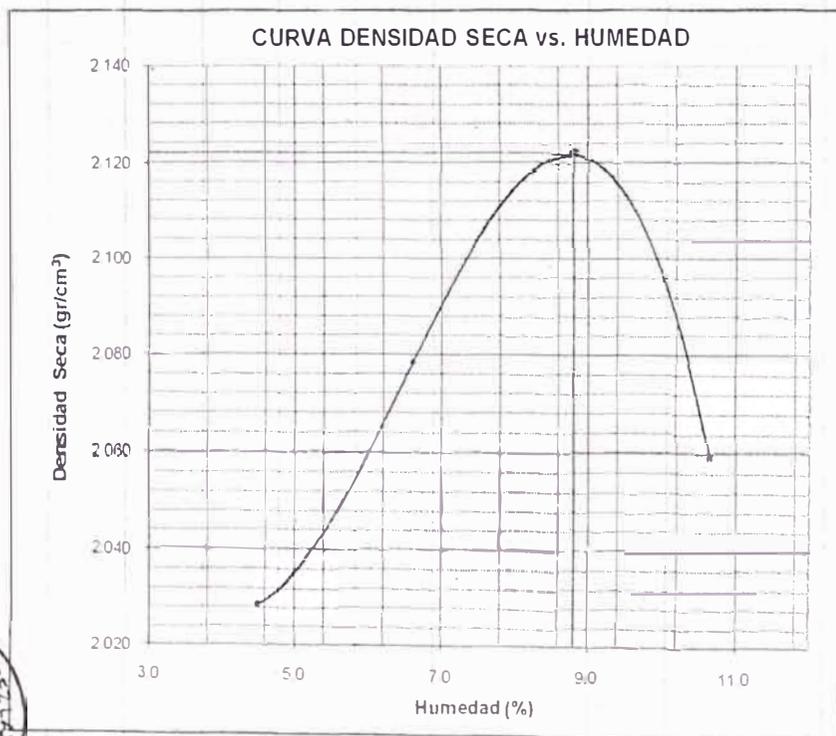


INFORME N° S09-229

SOLICITADO : GRUPO N°8 SECCION "A"  
Bachilleres : Victor Cardenas Rosadio, Jose Garay Valverde,  
Edwin Labajos Escalante, Johnny Vargas Soto, Elias Jaramillo Aira  
PROYECTO : Curso de Titulacion 2009, Estudio de Carretera Lunahuana-Chupaca  
UBICACIÓN : Tramo de Yauyos a Ronchas, Prov. De Yauyos, Dpto. de Junin (KM 162+730)  
FECHA : 23 de Abril del 2009

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - ASTM D1883

Máxima Densidad Seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) : 2.122  
Optimo Contenido de Humedad (%) : 8.8  
CBR al 100% de la MDS (%) : 44.0  
CBR al 95% de la MDS (%) : 25.0





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

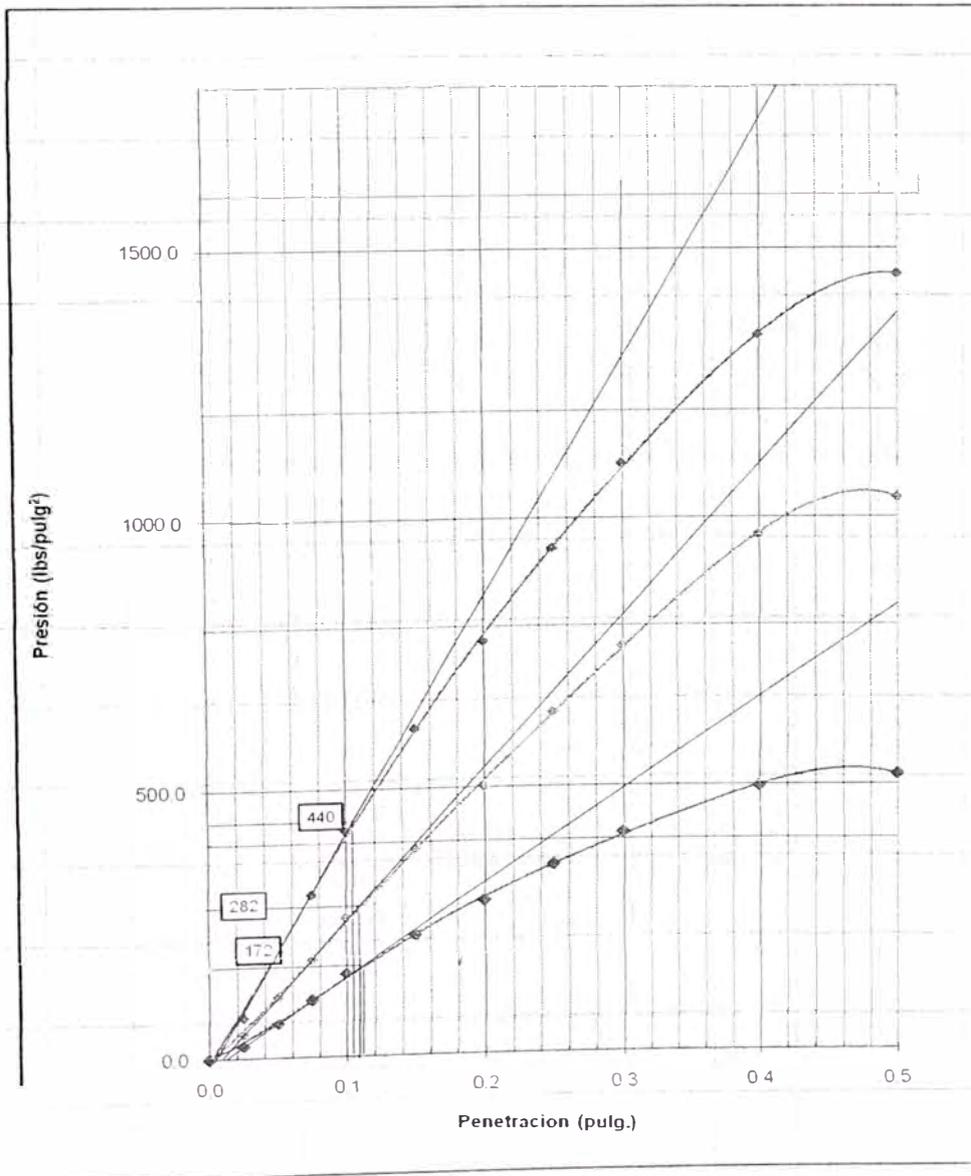
### Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos

Lima 100 - Perú Teléfono: (51-14) 811070 Anexo 308 - Telefax: 3813842

#### INFORME N° S09-229

SOLICITADO : GRUPO N°8 SECCION "A"  
Bachilleres : Victor Cardenas Rosadio, Jose Garay Valverde,  
Edwin Labajos Escalante, Johnny Vargas Soto, Elias Jaramillo Aira  
PROYECTO : Curso de Titulacion 2009, Estudio de Carretera Lunahuana-Chupaca  
UBICACIÓN : Tramo de Yauyos a Ronchas, Prov. De Yauyos, Dpto. de Junin (KM 162+730)  
FECHA : 23 de Abril del 2009

#### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R ) ASTM D 1883





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

## FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

### Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos

Lima 100 - Perú Teléfono: (51-14) 811070 Anexo 308 - Telefax: 3813842

#### INFORME N° S09-242

**SOLICITANTE :** GRUPO 09 SECCION A - CURSO DE TITULACION 2009  
**PROYECTO :** AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS- HUANCAYO  
 KM 162+300 AL KM 162+600  
**FECHA :** 22 de Abril del 2009

#### REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

**Calicata :** km 162+545  
**Muestra :** M-1  
**Prof. (m) :** 0.00 - 1.50

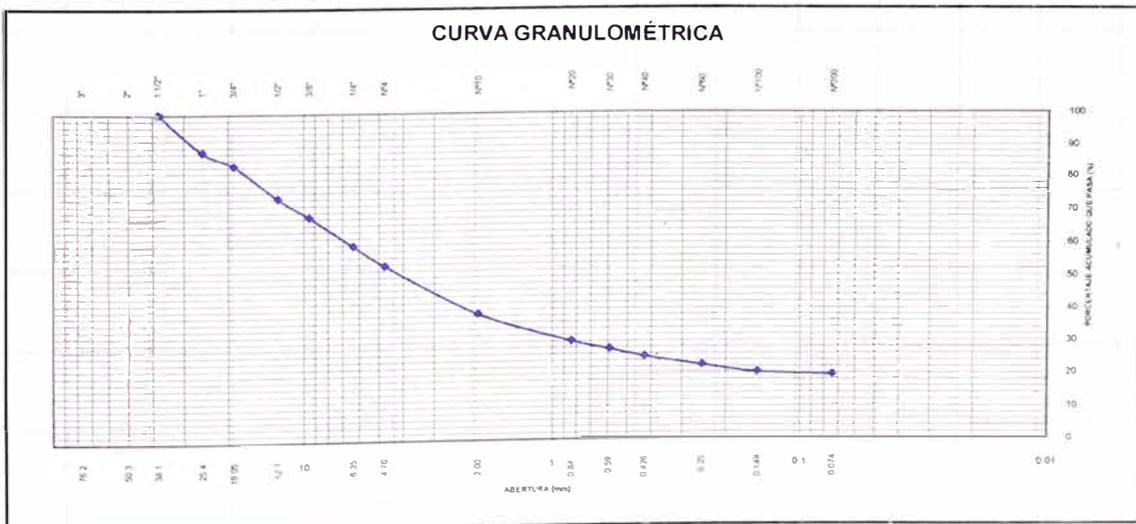
#### ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial	(%) Acumulado	
			Rete	Pasa
3"	76.200	-	-	
2"	50.300	-	-	
1 1/2"	38.100	-	-	100.0
1"	25.400	11.5	11.5	88.5
3/4"	19.050	4.2	15.7	84.3
1/2"	12.700	10.0	25.7	74.3
3/8"	9.525	5.8	31.5	68.5
1/4"	6.350	8.8	40.2	59.8
N°4	4.760	6.2	46.4	53.6
N°10	2.000	14.8	61.2	38.8
N°20	0.840	8.6	69.8	30.2
N°30	0.590	2.6	72.4	27.6
N°40	0.426	2.3	74.7	25.3
N°60	0.250	2.7	77.4	22.6
N°100	0.149	2.3	79.6	20.4
N°200	0.074	0.8	80.4	19.6
- N°200		19.6		

% grava	: 46.4
% arena	: 34.0
% finos	: 19.6

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	: 28
LÍMITE PLÁSTICO (%)	: 24
ÍNDICE PLÁSTICO (%)	: 4

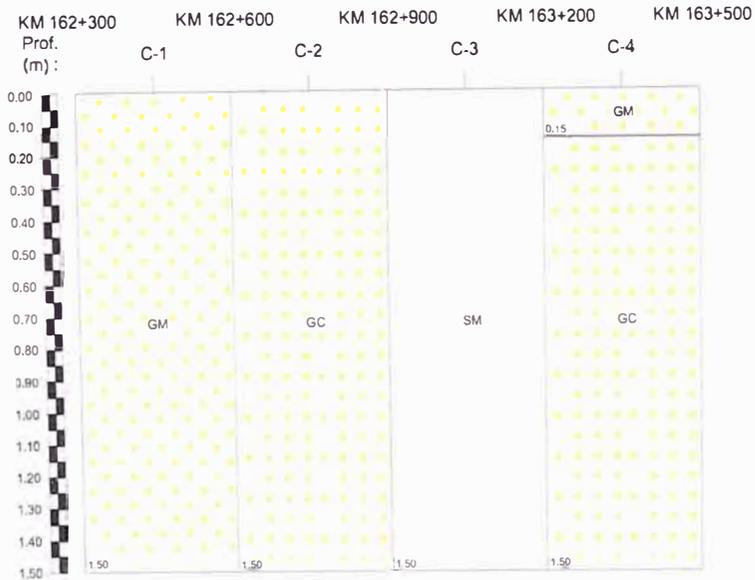
Clasificación SUCS ASTM D-2487 : GM



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante

Ejecución. Tec P. Huambo

# ANEXO N° 02



FROGRESIVA	162+545	162+700	163+000	163+300
MUESTRA	M-1	M-1	M-1	M-1
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00 - 1.50	0.00-0.15
PASA MALLA 200 (%)	19.6	16.7	44.1	30.1
L.L. (%)	28.0	34.4	35.6	19.4
L.P. (%)	24.0	22.9	28.0	NP
I.P. (%)	4.0	11.5	6.70	NP
CLASIFICACION SLICS	GM	GC	SM	GM
MUESTRA				M-2
PROFUNDIDAD (m)				0.15-1.20
PASA MALLA 200 (%)				17.7
L.L. (%)				23.2
L.P. (%)				16.0
I.P. (%)				7.20
CLASIFICACION SLICS				GC

ANEXO N° 03

PROYECTO : REDES VIALES NACIONALES N°5 Y N°6 DE PROMCEPRI  
Red Vial N° 6 : Mejoramiento, Pavimentación y Conservación de la Carretera Lunahuana - Huancayo

TRAMO : Km. 0 + 000 al Km. (Diseño)

ASOC. AYESA - ALPHA CONSULT S.A.

CUADRO N° 6 : RESUMEN DE ENSAYOS ESPECIALES DE CANTERAS

CANTERA	PROGRESIVA (Km)	CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	EQUIVALENTE DE ARENA (%)	ABRASION (%)	DURABILIDAD (%)		ADHERENCIA (A. Grueso)	ADHESIVIDAD (A. Fino)
						A. Grueso	A. Grueso	A. Fino		
JACAYA	53 + 500	CJ - 6	M - 2	0.30-2.00	47.6	18.0	2.23	3.35		
HUAGIL	58 + 170	CH - 3	M - 1	0.00 - 2.50	18.4	23.5	11.50	1.80		
CASCAJAL	64 + 000	CC - 7	M - 1	0.00 - 3.00	53.9	13.1	7.90	1.20	100%, +95 *	GRADO 5 *
									100%, +95 **	GRADO 5 **
MONTENEGRO	80 + 200	CM - 8	M - 1	0.00 - 2.00	59.6	16.6	21.90	1.00		
RIO CAÑETE	81 + 850	CRC - 1	M - 1	0.00 - 1.50	86.1	12.7	1.50	2.40	100%, +95 **	GRADO 4 **
PIEDRA PRADO	81 + 800	CPP - 1	M - 2	0.40 - 3.00	77.1	17.6	2.80	2.00		
ESPUY	88 + 500	CE - 2	M - 1	0.00 - 3.00	59.7	13.1	3.50	1.80		
TAUMATA	115 + 200	CT - 1	M - 2	1.00 - 2.20	57.6	15.6	2.06	2.20		
RUMICHACA I	136 + 200	CR - 2	M - 1	0.00 - 1.50	75.1	10.0	3.00	1.50		
SHICUY	207 + 000	CSH - 1	M - 2	0.30 - 3.00	18.4	30.0	7.60	3.60		
HUAMIN LOMA	224 + 000	CHL - 2	M - 3	0.70 - 3.00	46.6	24.7	4.10	3.53		
SAN BLAS	234 + 500	CSB - 3	M - 2	0.20 - 3.00	47.9	18.4	0.32	0.99	100%, +95 ***	GRADO 4 ***
MALAPAMPA	248 + 500	CM - 2	M - 1	0.00 - 1.50		23.6	9.50	5.40		
CHUPACA	250 + 800	CCH - 2	M - 2	1.10 - 2.10	38.2	20.0	4.90	3.10		

Asfalto PEN 60/70 (\*), Asfalto PEN 85/100 (\*\*), Asfalto PEN 120/150 (\*\*\*)

ANEXO N° 04

**PROYECTO : REDES VIALES NACIONALES N°5 Y N°6 DE PROMCEPRI**

Red Vial N° 6 : Mejoramiento, Pavimentación y Conservación de la Carretera Lunahuana - Huancayo

**TRAMO . Km. 0 + 000 al Km. (Diseño)**

**ASOC. AYESA - ALPHA CONSULT S.A.**

**CUADRO N° 7 : RESUMEN DE ENSAYOS QUIMICOS DE CANTERAS**

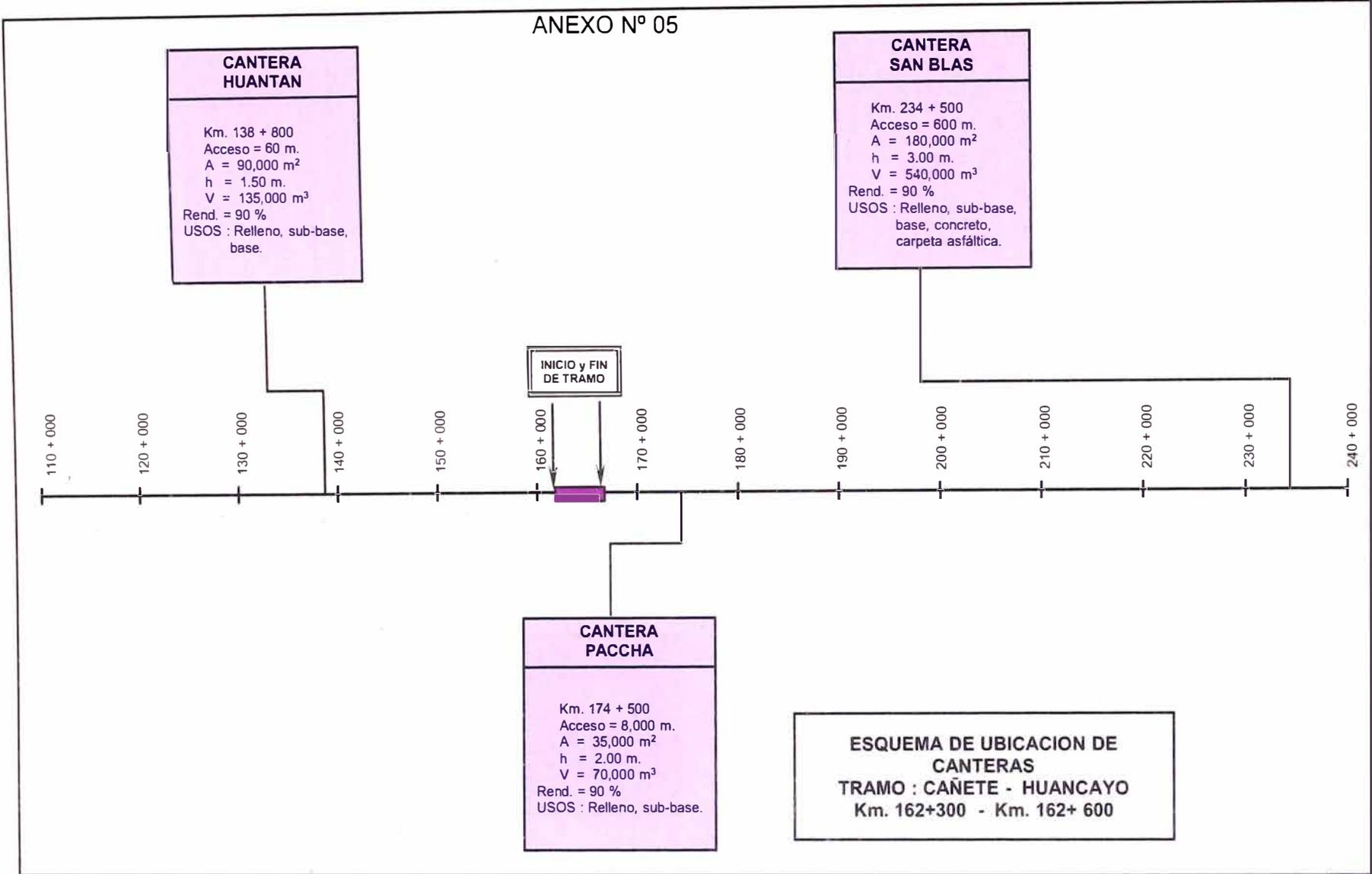
CANTERA	PROGRESIVA (Km)	CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	CL (ppm)	SO4 (ppm)	S.S.T. (ppm)
JACAYA	53 + 500	CJ - 3	M - 2	0.80 - 2.70	2,976.09	293.80	7,047.80
HUAGIL	58 + 170	CH - 3	M - 1	0.00 - 2.50	242.26	366.23	1,348.10
CASCAJAL	64 + 000	CC - 7	M - 1	0.00 - 3.00	364.88	423.62	2,737.14
MONTENEGRO	80 + 200	CM - 8	M - 1	0.00 - 2.00	268.86	214.21	1,088.24
RIO CAÑETE	81 + 850	CRC - 1	M - 1	0.00 - 1.50	7.62	51.63	139.75
PIEDRA PRADO	81 + 800	CPP - 1	M - 2	0.40 - 3.00	1,157.41	714.69	4,732.80
ESPUY	88 + 500	CE - 2	M - 1	0.00 - 3.00	303.18	378.24	1,422.00
CUNCUBAY I	102 + 500	CU - 1	M - 1	0.00 - 3.00	54.79	59.37	312.09
TAUMATA	115 + 200	CT - 1	M - 1	0.00 - 1.00	801.75	342.93	3,355.80
RUMICHACA I	136 + 200	CR - 2	M - 1	0.00 - 1.50	76.88	325.40	1,628.71
SHICUY	207 + 000	CSH - 1	M - 2	0.30 - 3.00	16.79	37.90	149.91
HUAMIN LOMA	224 + 000	CHL - 4	M - 2	0.70 - 2.50	18.08	10.21	148.12
SAN BLAS	234 + 500	CSB - 3	M - 2	0.20 - 3.00	18.57	8.98	142.12
MALAPAMPA	248 + 500	CMP - 2	M - 1	0.00 - 1.50	17.62	39.77	165.60
CHUPACA	250 + 800	CCH - 2	M - 2	1.10 - 2.10	95.32	537.94	1,036.00

**CUADRO N° 8 : RESUMEN DE ENSAYOS QUIMICOS DE FUENTES DE AGUA**

FUENTE DE AGUA	LOCALIZACION	PROGRESIVA (Km)	PH	CL (ppm)	SO4 (ppm)	S.S.T. (ppm)	M. O. (%)
RIO ALIS	Alis	160+500	7.22	35.46	48.03	510.00	0.00

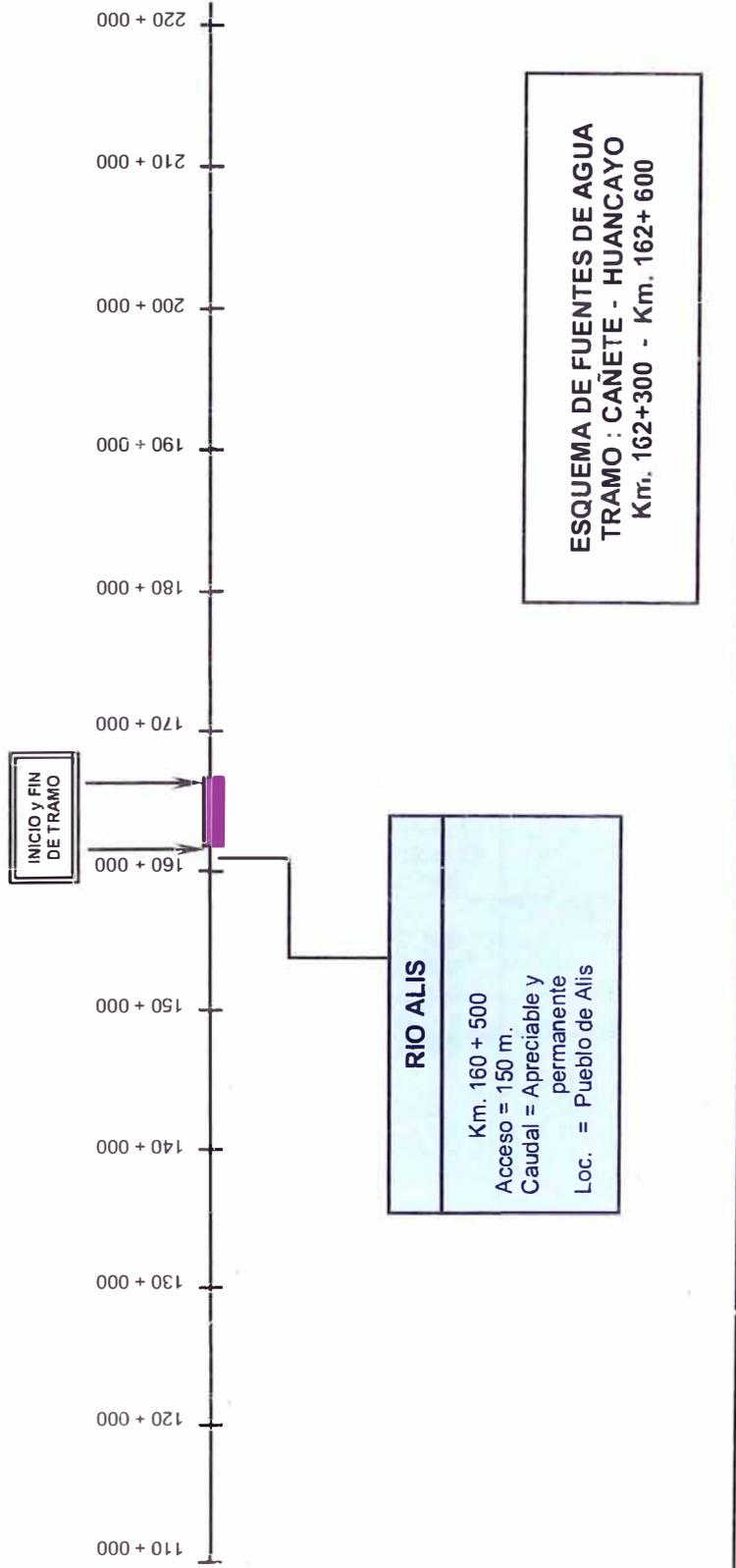
(\*) Progresiva a partir del Puente sobre el rio Mantaro hacia Lunahuana

ANEXO Nº 05



**ESQUEMA DE UBICACION DE CANTERAS**  
TRAMO : CAÑETE - HUANCAYO  
Km. 162+300 - Km. 162+ 600

**ANEXO Nº 06**



**Anexo N° 07:**  
**Coeficiente de capas según material**  
**(Highway Pavement Structural Design)**

PAVEMENT LAYER	Layer Strength Coefficient $a_i$				
	TRL (1975)	AASHTO (1993)	Paterson (1987)	CRRRI (1993b)	Cenek & Patrick (1994)
<b>Surface Courses</b>					
Surface Treatment (ST)			0.20-0.40		0.300
Surface Dressing (SSD/DSD)	0.100				
Premix Carpet (PMC)				0.180	
Semi-Dense Carpet (SDC), 25mm				0.250	
Asphalt Mixture (cold/hot premix of low stability)	0.200		0.200		0.200
Asphalt Concrete (AC), 25 mm	0.180				
Asphalt Concrete (AC), 40/ 25 mm				0.300	
AC, MR30 = 1500 MPa			0.300		0.300
AC, MR30 = 2500 MPa			0.400		0.400
AC, MR30 = 4000 MPa			0.500		0.450
Elastic Mod. at 20 °C, E = 100,000 psi		0.200			
Elastic Mod. at 20 °C, E = 200,000 psi		0.300			
Elastic Mod. at 20 °C, E = 300,000 psi		0.350			
Elastic Mod. at 20 °C, E = 400,000 psi		0.425			
<b>Base Courses</b>					
GB, CBR = 30%	0.070	0.095	0.00-0.07		
GB, CBR = 50%	0.100	0.110	0.00-0.10		
GB, CBR = 70%	0.120	0.125	0.10-0.12		
CBR = 90%	0.135	0.130	0.12-0.13		
CBR = 110%	0.140	0.140	0.140		
<b>Water Bound Macadam (WBM)</b>					
CB, UCS = 0.7 MPa	0.100	0.100	0.100	0.140	0.140
CB, UCS = 2.0 MPa	0.150	0.140	0.150		
CB, UCS = 3.5 MPa	0.200	0.175	0.200		
CB, UCS = 5.0 MPa	0.245	0.205	0.240		
<b>Bituminous Base Material</b>					
Dense Bituminous Macadam/ Built-Up Spray Grout (BUSG)			0.320	0.200	
Thin Bituminous Layer, BT				0.160	
AB, Marshall Stability, 200 lb		0.120		0.140	
AB, Marshall Stability, 400 lb		0.160			
AB, Marshall Stability, 800 lb		0.200			
AB, Marshall Stability, 1200 lb		0.240			
<b>Sub-base Courses</b>					
GB, CBR = 5%	0.055	0.040	0.060		
GB, CBR = 15%	0.085	0.090	0.090		
GB, CBR = 25%	0.100	0.100	0.100		
GB, CBR = 50%	0.120	0.130	0.120		
GB, CBR = 100%	0.140	0.140	0.140		
Water Bound Macadam, Oversized				0.140	
Brick Soling				0.120	
Brick Ballast/ Aggregates				0.120	
Local Gravel/ Kankar				0.100	
Cemented Materials,			0.140		

Source: Chakrabarti and Bennett  
(1994)

## Anexo N° 08: Espesores mínimos según EALs (Highway Pavement Structural Design)

Highway Pavement Structural Design

11-35

**Step 7.** Compare the trial performance period with that calculated in Step 6. If the difference is greater than 1 year, calculate the average of the two and use this as the trial value for the start of the next iteration (return to Step 2). If the difference is less than 1 year, convergence is reached and the average is said to be the predicted performance period of the initial pavement structure corresponding to the selected initial SN. In the example, convergence was reached after three iterations and the predicted performance period is about 8 years.

The basis of this iterative process is exactly the same for the estimation of the performance period of any subsequent overlays. The major differences in actual application are that (1) the overlay design methodology presented in Part III is used to estimate the performance period of the overlay and (2) any swelling and/or frost heave losses predicted after overlay should restart and then progress from the point in time when the overlay was placed.

### 3.1.4 Selection of Layer Thicknesses

Once the design structural number (SN) for an initial pavement structure is determined, it is necessary to identify a set of pavement layer thicknesses which, when combined, will provide the load-carrying capacity corresponding to the design SN. The following equation provides the basis for converting SN into actual thicknesses of surfacing, base and subbase:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

where

$a_1, a_2, a_3$  = layer coefficients representative of surface, base, and subbase courses, respectively (see Section 2.3.5),

$D_1, D_2, D_3$  = actual thicknesses (in inches) of surface, base, and subbase courses, respectively, and

$m_2, m_3$  = drainage coefficients for base and subbase layers, respectively (see Section 2.4.1)

The SN equation does not have a single unique solution; i.e., there are many combinations of layer thicknesses that are satisfactory solutions. The thickness of the flexible pavement layers should be rounded to the nearest 1/2 inch. When selecting appropriate values for

the layer thicknesses, it is necessary to consider their cost effectiveness along with the construction and maintenance constraints in order to avoid the possibility of producing an impractical design. From a cost-effective view, if the ratio of costs for layer 1 to layer 2 is less than the corresponding ratio of layer coefficients times the drainage coefficient, then the optimum economical design is one where the minimum base thickness is used. Since it is generally impractical and uneconomical to place surface, base, or subbase courses of less than some minimum thickness, the following are provided as minimum practical thicknesses for each pavement course.

Minimum Thickness (inches)		
Traffic, ESAL's	Asphalt Concrete	Aggregate Base
Less than 50,000	1.0 (or surface treatment)	4
50,001-150,000	2.0	4
150,001-500,000	2.5	4
500,001-2,000,000	3.0	6
2,000,001-7,000,000	3.5	6
Greater than 7,000,000	4.0	6

Because such minimums depend somewhat on local practices and conditions, individual design agencies may find it desirable to modify the above minimum thicknesses for their own use.

Individual agencies should also establish the effective thicknesses and layer coefficients of both single and double surface treatments. The thickness of the surface treatment layer may be neglectable in computing SN, but its effect on the base and subbase properties may be large due to reductions in surface water entry.

### 3.1.5 Layered Design Analysis

It should be recognized that, for flexible pavements, the structure is a layered system and should be designed accordingly. The structure should be designed in accordance with the principles shown in Figure 3.2. First, the structural number required over the roadbed soil should be computed. In the same way, the structural number required over the subbase layer and the base layer should also be computed, using the applicable strength values for each. By working with differences between the computed structural numbers

**Anexo N° 09:**  
**Diseño de cálculo de espesores**  
**(Programa proporcionado por el Ing. Melchor)**

### CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993 (2.0)

**Desarrollado por: Luis Ricardo Vásquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, 2004.**

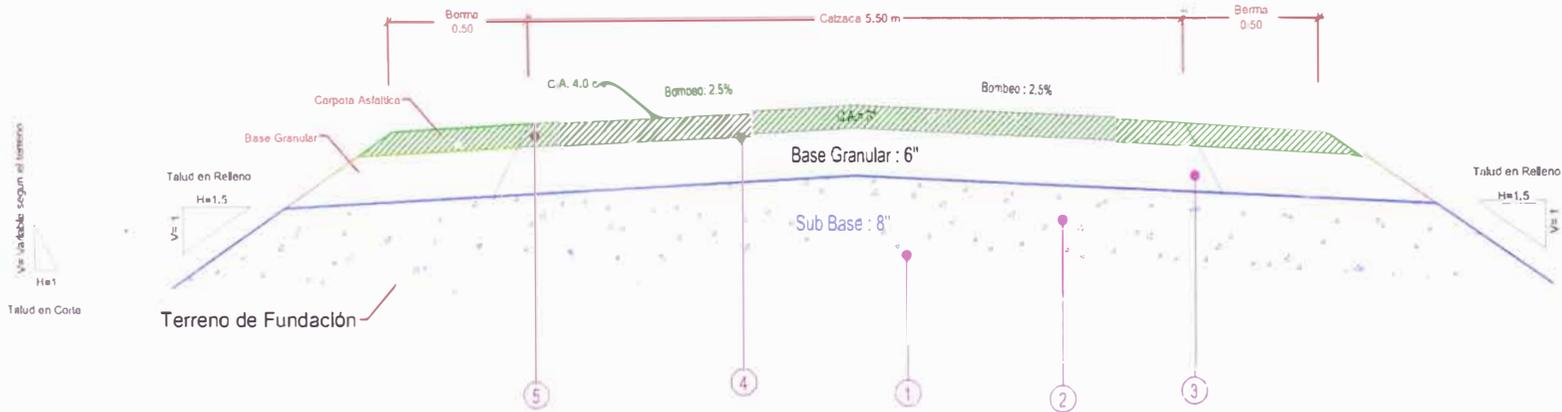
<b>Tipo de Pavimento</b> <input checked="" type="radio"/> Pavimento flexible <input type="radio"/> Pavimento rígido	<b>Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)</b> 85 % $Z_r = -1.037$ So <input type="text" value="0.42"/>
<b>Serviciabilidad inicial y final</b> PSI inicial <input type="text" value="4.2"/> PSI final <input type="text" value="2"/>	<b>Módulo resiliente de la subrasante</b> Mr <input type="text" value="14165.86"/> psi
<b>Información adicional para pavimentos rígidos</b>	
Módulo de elasticidad del concreto - $E_c$ (psi) <input type="text"/>	Coeficiente de transmisión de carga - (J) <input type="text"/>
Módulo de rotura del concreto - $S_c$ (psi) <input type="text"/>	Coeficiente de drenaje - (Cd) <input type="text"/>
<b>Tipo de Análisis</b> <input checked="" type="radio"/> Calcular SN <b>W18 =</b> <input type="text" value="806381.90"/> <input type="radio"/> Calcular W18	<b>Número Estructural</b> <b>SN =</b> <input type="text" value="2.44"/>
<b>Observaciones</b> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>	
<input type="button" value="Calcular"/>	<input type="button" value="Salir"/>

# ANEXO N° 10

## SECCION TIPICA (ETAPA 1) TIEMPO DE DISEÑO: 10 años

- CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE : C.A. : 
- BG : 
- SBG : 

SECTOR 1: Km. 162+300 al Km. 162+600 L = 0.30 Km C.A.= 3"



### LEYENDA

	Concreto Asfáltico en Caliente		Perfilado y conformacion de subrasante
	Base Granular		Sub base granular
	Sub Base Granular		Base Granular
	Terreno de Fundación		Irruprimacion de calzada y bermas
			Concreto Asfáltico en Caliente

**Anexo N° 11**  
**Clasificación RMR -Bieniawski, 1989**

<b>Grado</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Identificación</b>	<b>Resist a la compr Uniaxial (MPa)</b>
D-0	Roca Extremadamente débil	El espécimen es indentado por la uña del dedo pulgar.	0.25-1.0
D-1	Roca muy Débil	Se desmorona con golpes firmes con la punta del martillo del geólogo. Puede ser descarillado con un cuchillo de bolsillo.	1.0-5.0
D-2	Roca Débil	Se dearilla con dificultad con un cuchillo de bolsillo, indentado poco profundo con golpes firmes con la punta del martillo del geólogo.	5.0-25.0
D-3	Roca moderadamente resistente	No se puede raspar o descarillar con un cuchillo de bolsillo. El espécimen puede ser fracturado con un solo golpe firme de martillo.	25.0-50.0
D-4	Roca Resistente	El espécimen requiere más de un golpe de martillo para ser fracturado.	50.0-100.0
D-5	Roca muy resistente	El espécimen es fracturado con muchos golpes de martillo.	100.0-250.0
D-6	Roca extremadamente resistente	El martillo produce solamente descaillado de la muestra. Sonido metálico del golpe.	>250.0

## Anexo N° 12

### Detalles de cálculo para soporte del semi túnel (Análisis de la resistencia de la roca con el Programa Roclab)

#### Hoek Brown Classification

UCS of intact rock $s_{ci}$ (sigci)	75 MPa
Geological Strength Index GSI	50
$m_i$	8
Disturbance Factor D	0.5
Intact Rock Modulus $E_i$	67500

#### Hoek Brown Criterion

$m_b$	0.7397
$s$	0.00127263
$a$	0.505735

#### Failure Envelope Range

Application	<b>Tunnels</b>
$\text{sig}3\text{max}$	0.134037 MPa
Unit Weight	0.027 MN/m <sup>3</sup>
Tunnel Depth	8.5 m

#### Mohr-Coulomb Fit

$c$	0.34573 MPa
$\phi$	58.155 degrees

#### Rock Mass Parameters

Tensile Strength $\text{sig}t$	-0.1129036 MPa
Uniaxial Compressive Strength $\text{sig}c$	2.57521 MPa
Global Strength $\text{sig}cm$	8.57409 MPa
Deformation modulus $E_{rm}$	9918.59 Mpa

Analysis of Rock Strength using RocLab

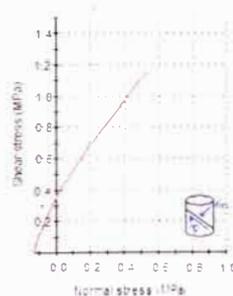


**Hoek-Brown Classification**  
 intact uniaxial comp. strength (sigci) = 75 MPa  
 GSI = 50  $m_i = 8$  Disturbance factor (D) = 0.5  
 intact modulus (Ei) = 67500 MPa  
 modulus ratio (MR) = 900

**Hoek-Brown Criterion**  
 $m_b = 0.740$   $s = 0.0013$   $a = 0.502$

**Mohr-Coulomb Fit**  
 cohesion = 0.346 MPa friction angle = 58.15 deg

**Rock Mass Parameters**  
 tensile strength = -0.125 MPa  
 uniaxial compressive strength = 2.575 MPa  
 global strength = 8.574 MPa  
 deformation modulus = 9918.59 MPa



## Anexo N° 13

### Análisis de factor de seguridad (Programa Slide)

Los datos ingresados son:

#### MATERIAL PROPERTIES

Rock type: Caliza

Unit weight: 27 KN/m<sup>3</sup>

Strength type: Mohr-Coulomb

Cohesion: 0.34573 KN/m<sup>2</sup>

Phi: 58.155 degrees

#### SUPPORT PROPERTIES

Support type: Grouted tieback

Percentage of length: 66%

Length: 2.4m

Force application: Active

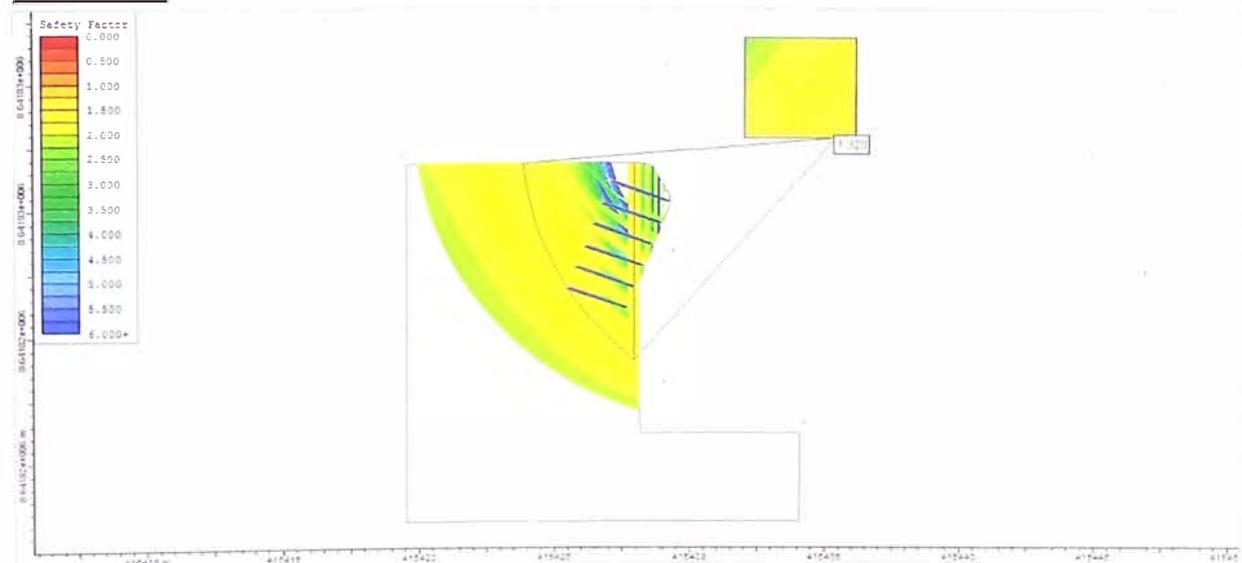
Out of plane spacing: 0.9m

Tensile Capacity: 195 KN

Plate Capacity: 195 KN

Pull out strength: 50 KN/m

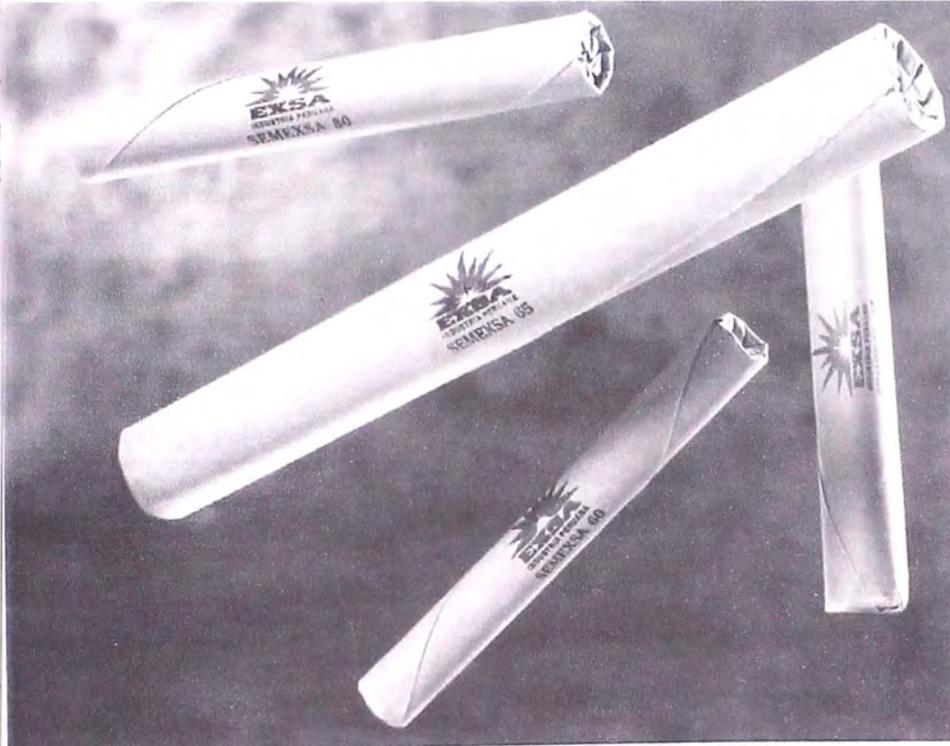
#### GRAFICO



Apreciar que por el talud negativo, el software Slide da un factor de seguridad de **1.32**.

  
**Semexsa**

**80, 65, 45**



### Descripción

- Dinamita semi gelatinosa de buen poder rompedor y alto efecto empujador.
- Recomendado para uso en voladura de rocas intermedias a duras.

### Características

- Sensible al detonador.
- Densidad media.
- Buena resistencia al agua.
- Ideal para carga de columna.





### Transporte y Almacenamiento

Transportar y almacenar según disposiciones vigentes.

### Presentación

Cajas de cartón corrugado de 25 kg.

\* Consultar dimensiones

### Clasificación de Materiales Peligrosos

Explosivos tipo A  
UN 0081  
Clase 1.1 D

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	UNIDADES	SEMEXSA 80	SEMEXSA 65	SEMEXSA 45
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	1.18 ± 3 %	1.12 ± 3 %	1.08 ± 3 %
Velocidad de detonación *	m/s	4500	4200	3800
Velocidad de detonación **	m/s	5400	5000	4700
Presión de detonación	kbar	86	70	60
Energía	kcal/kg	1000	950	900
Volumen normal de gases	l/kg	916	932	939
Potencia relativa por peso (Anfo = 100)	%	103	101	99
Potencia relativa por volumen (Anfo = 100)	%	152	141	134
Resistencia al agua (según norma técnica Peruana), en horas - // Muy Buena //		3 horas // Muy Buena //	3 horas // Buena //	3 horas // Buena //
Categoría de humos		1	1	1
Vida útil	meses	18	18	18

\* Sin Confinar

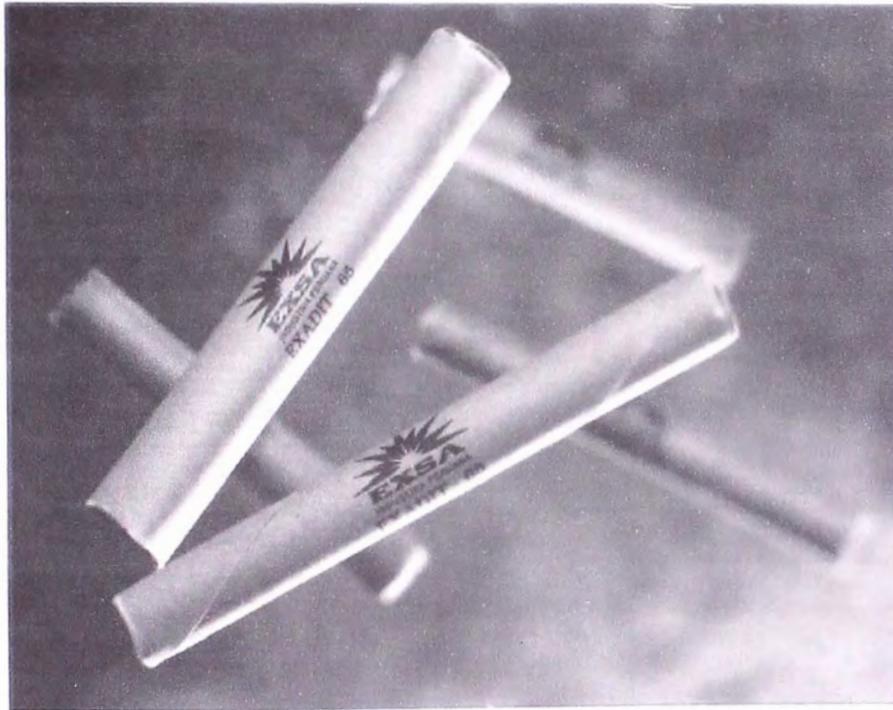
\*\* Confinado en tubo de 1 1/2" de diámetro.

### Exclusión de Responsabilidad

Estos explosivos han sido inspeccionados y encontrados en buen estado antes de ser embalados y/o entregados. Se deben almacenar en un lugar fresco, seco y bien ventilado, así como manipularse y transportarse de conformidad con las disposiciones legales vigentes.

Por consiguiente, desde su entrega a los compradores, el fabricante no será responsable por su seguridad o por la obtención de los resultados que se busquen, ya sean estos expresos o implícitos. La totalidad del riesgo y de la responsabilidad, cualquiera sea su naturaleza, por accidentes, pérdidas, daños a la propiedad o personas (incluyendo la muerte), ya sean estos directos, indirectos, especiales y/o consecuenciales o de cualquier otro tipo de derivado del uso de estos explosivos, es de los compradores desde la entrega de los mismos.

OFICINA PRINCIPAL Y FÁBRICA:  
Antigua Panamericana Sur km 38,5,  
Lurín - Lima 16  
TELF.: ++ 51-1/315 7000



### Descripción

- Dinamita pulverulenta de mediano poder rompedor.
- Por la cantidad de gases que genera es un explosivo con mayor efecto empujador ideal para tajeos.

### Características

- Sensible al detonador.
- Densidad baja.
- Limitada resistencia al agua.
- Ideal para carga de columna.





### Transporte y Almacenamiento

Transportar y almacenar según disposiciones vigentes.

### Presentación

Cajas de cartón corrugado de 25 kg.

\* Consultar dimensiones

### Clasificación de Materiales Peligrosos

Explosivo tipo A  
UN 0081  
Clase 1.1 D

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	UNIDADES	EXADIT 65	EXADIT 45
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	1.05 ± 3 %	1.00 ± 3 %
Velocidad de detonación *	m/s	3600	3400
Velocidad de detonación **	m/s	4500	4200
Presión de detonación	kbar	53	44
Energía	kcal/kg	850	800
Volumen normal de gases	l/kg	940	915
Potencia relativa por peso (Anfo = 100)	%	97	84
Potencia relativa por volumen (Anfo = 100)	%	127	105
Resistencia al agua (según norma técnica Peruana), en horas - // excelente //		2 horas // Buena //	2 horas // Buena //
Categoría de humos		1	1
Vida útil	meses	18	18

\* Sin Confinar

\*\* Confinado en tubo de 1 1/2" de diámetro.

### Exclusión de Responsabilidad

Estos explosivos han sido inspeccionados y encontrados en buen estado antes de ser embalados y/o entregados. Se deben almacenar en un lugar fresco, seco y bien ventilado, así como manipularse y transportarse de conformidad con las disposiciones legales vigentes.

Por consiguiente, desde su entrega a los compradores, el fabricante no será responsable por su seguridad o por la obtención de los resultados que se busquen, ya sean estos expresos o implícitos. La totalidad del riesgo y de la responsabilidad, cualquiera sea su naturaleza, por accidentes, pérdidas, daños a la propiedad o personas (incluyendo la muerte), ya sean estos directos, indirectos, especiales y/o consecuenciales o de cualquier otro tipo de derivado del uso de estos explosivos, es de los compradores desde la entrega de los mismos.

OFICINA PRINCIPAL Y FÁBRICA:  
Antigua Panamericana Sur km 38,5,  
Lurín - Lima 16  
TELE: ++ 51-1/315 7000

# Anexo N°16

## TIPOS DE LINEAS DE TALADROS

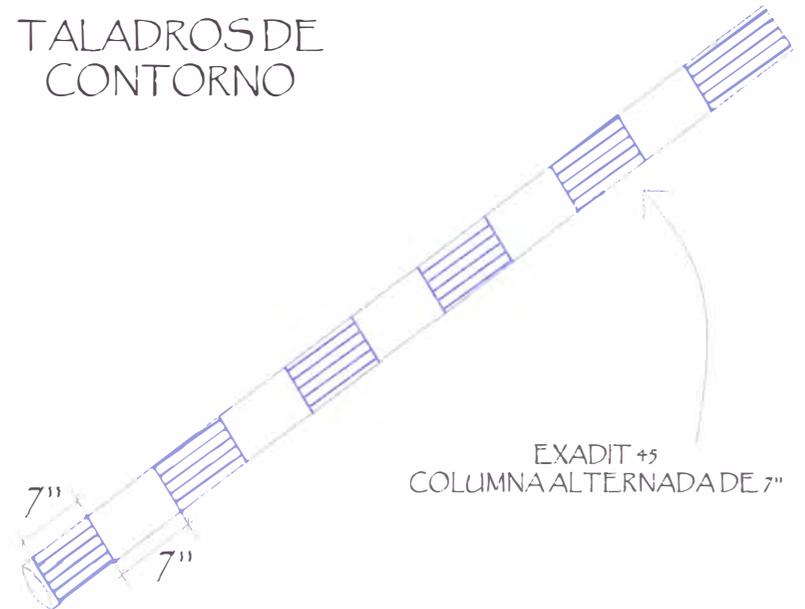
(Longitud de taladros segun diseño)

TALADROS DE PRODUCCION



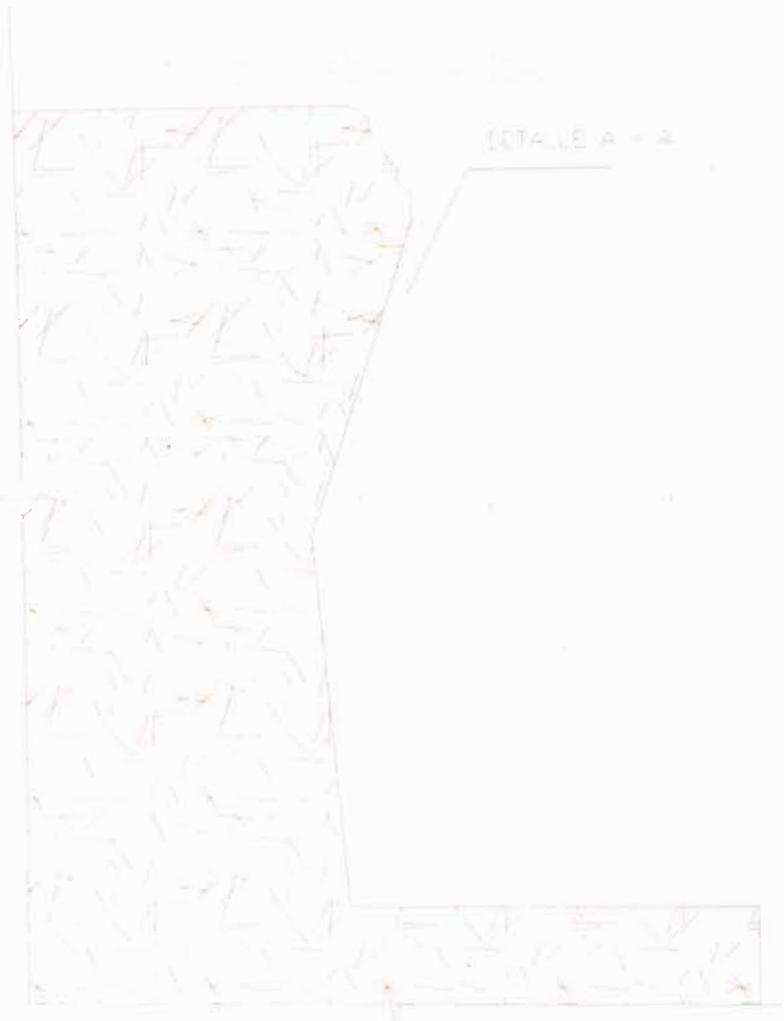
SEMEXSA 65  
COLUMNA CONTINUA

TALADROS DE CONTORNO

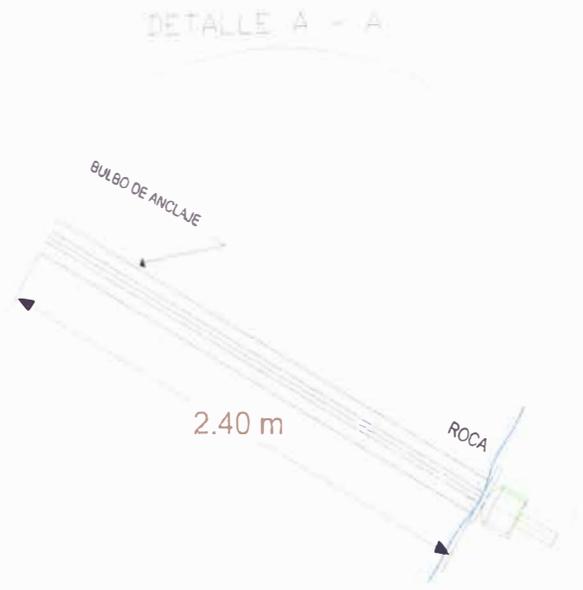


EXADIT 45  
COLUMNA ALTERNADA DE 7"

Anexo N°17  
 TIPO DE SOSTENIMIENTO  
 (Pernos full grouted)



DETALLE A - A



NOTAS:

Se aplican los procedimientos de construcción de los anclajes...  
 Los anclajes se colocan en el hormigón...  
 El espesor del hormigón en la zona de anclaje...  
 Los anclajes se colocan en el hormigón...  
 El espesor del hormigón en la zona de anclaje...

PROYECTO:	FECHA:	ESCALA:	HOJA:
CLIENTE:	DISEÑADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
OBJETO:	FECHA DE EJECUCIÓN:	FECHA DE REVISIÓN:	FECHA DE APROBACIÓN:
UBICACIÓN:	PROYECTO:	FECHA:	HOJA:

## ANEXO N° 18: ESPECIFICACIONES TECNICAS

<b>SECCION: 201</b>	<b>EXCAVACION EN ROCA FIJA</b>
---------------------	--------------------------------

### 201.01 Generalidades

Este trabajo consiste en el conjunto de las actividades de perforación, voladura, remoción y carguío de los materiales provenientes de los cortes requeridos.

Se clasifican como Roca Fija aquellos materiales cuya remoción obliga el uso intensivo de explosivos.

Comprende, también, la excavación de bloques con volumen individual mayor de un metro cúbico ( $1\text{m}^3$ ), procedentes de macizos alterados o de masas transportadas o acumuladas por acción natural.

### 201.02 Materiales

Los materiales de excavación deberán ser colocados en Depósitos de Material Excedente, donde lo indique el proyecto y aprobados por el Supervisor.

### 201.03 Equipo

El Contratista propondrá, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir daños innecesarios ni a construcciones ni a cultivos; y garantizarán el avance físico de ejecución.

### 201.04 Requerimientos de Construcción

#### (a) Uso de Explosivos

El uso de explosivos será iniciado previa presentación de la información técnica y del plan de voladura y la aprobación por la Supervisión. Antes de realizar cualquier voladura se deberán tomar todas las precauciones necesarias para la protección de las personas, vehículos, la plataforma de la carretera, instalaciones y cualquier otra estructura adyacente al sitio.

Es responsabilidad del Contratista que en prevención y cuidado de la vida de las personas establecer medidas preventivas de seguridad, que consideren:

- La voladura se efectúe siempre que fuera posible a la luz del día y fuera de las horas de trabajo o después de interrumpir éste.
- El personal asignado a estos trabajos esté provisto y use los implementos de seguridad: casco, zapatos, guantes, lentes y tapones de oídos apropiados.
- Aislar la zona en un radio mínimo de 500 metros. Para impedir el ingreso de personas a la zona peligrosa mientras se efectúan los trabajos de voladura tomar las siguientes medidas: apostar vigías alrededor de la zona de operaciones; desplegar banderines de aviso; fijar avisos visibles en diferentes lugares del perímetro de la zona de operaciones; cerrar el tráfico de vehículos.
- Cinco minutos antes de la voladura y en secuencia periódica debe darse una señal audible e inconfundible (sirena intermitente) para que las personas se pongan al abrigo en lugares seguros previamente fijados.

Después de efectuada la voladura y una vez que la persona responsable se haya cerciorado de que no hay peligro se dará una señal sonora de que ha cesado el peligro.

El Contratista deberá tener en cuenta y cumplir fielmente las disposiciones legales vigentes para la adquisición, transporte, almacenamiento y uso de los explosivos e implementos relacionados. Según lo establecido por el Reglamento de Seguridad e Higiene Minera (Decreto Supremo N° 023-92 EM). Se deberá llevar un registro detallado de la clase de explosivo adquirido, proveedor, existencias y consumo.

Los depósitos donde se guarden explosivos de manera permanente deberán:

- Mantenerse limpios, secos, ventilados y frescos y protegidos contra las heladas.
- Mantener alrededor del depósito un área de 8 metros de radio de distancia.

El personal que intervenga en la manipulación y empleo de explosivos deberá ser de reconocida práctica y pericia en estos menesteres, y reunirá condiciones adecuadas en relación con la responsabilidad que corresponda a estas operaciones.

El Contratista suministrará y colocará las señales necesarias para advertir al público de su trabajo con explosivos aprobados por el Supervisor. Su ubicación y estado de conservación garantizarán, en todo momento, su perfecta visibilidad.

En todo caso, el Contratista cuidará especialmente de no poner en peligro vidas o propiedades, y será responsable de los daños que se deriven del empleo incorrecto de explosivos durante la ejecución de las obras.

### **(b) Excavación**

Antes de iniciar las perforaciones se requiere la aprobación, por parte del Supervisor del plan de voladura, desbroce, limpieza (en el sector definido) y de instalaciones de servicios que interfieran con los trabajos a ejecutar.

#### **201.05 Limpieza final**

Al terminar los trabajos de perforación y voladura para excavación en roca, el Contratista deberá limpiar y conformar las zonas laterales de la vía.

#### **201.06 Aceptación de los Trabajos**

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar que el Contratista disponga de todos los permisos requeridos para la ejecución de los trabajos.
- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por el Contratista.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.

### 201.07 Medición

La unidad de medida será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), de material excavado en su posición original. Todas las excavaciones para explanaciones serán medidas por volumen ejecutado.

### 201.08 Pago

El Contratista deberá considerar, en relación con los explosivos, todos los costos que implican su adquisición, transporte, vigilancia y control, hasta el sitio de utilización. El transporte de los materiales provenientes de la excavación se medirá y pagará de acuerdo con las partidas correspondientes.

Ítem de Pago	Unidad de Pago
201 Corte en Roca Fija	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

**SECCION: 202**

**CORTE EN MATERIAL SUELTO**

**Descripción**

**202.01 Generalidades**

Este trabajo consiste en el conjunto de las actividades de excavar, remover y cargar los materiales provenientes de los cortes requeridos, indicados en los planos del proyecto, con las modificaciones definidas.

El trabajo comprende el conjunto de actividades de excavación y nivelación de las zonas comprendidas dentro del prisma donde ha de fundarse la carretera.

**202.02 Materiales**

Los materiales provenientes de excavación para la explanación se utilizarán, si reúnen las calidades exigidas, en la construcción de las obras de acuerdo con los usos fijados en los documentos del proyecto o determinado por el Supervisor.

Los materiales recolectados deberán ser humedecidos adecuadamente, cubiertos con una lona y protegidos contra los efectos atmosféricos, para evitar que por efecto del material particulado causen enfermedades respiratorias, alérgicas y oculares al personal de obra, así como a las poblaciones aledañas.

**202.03 Equipo**

El Contratista propondrá, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir daños innecesarios ni a construcciones ni a cultivos; y garantizarán el avance físico de ejecución.

**202.04 Excavación**

Antes de iniciar las excavaciones se requiere la aprobación, por parte del Supervisor, de los trabajos que interfieran con los trabajos a ejecutar.

Así mismo, el Contratista deberá garantizar el tránsito y conservar la superficie de rodadura existente, según se indica su Plan de Señalización y Seguridad Vial.

### 202.06 Limpieza final

Al terminar los trabajos de excavación, el Contratista deberá limpiar y conformar las zonas laterales de la vía, las de préstamo y las de disposición de sobrantes.

### 202.07 Aceptación de los Trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar que el Contratista disponga de todos los permisos requeridos para la ejecución de los trabajos.
- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por el Contratista.

### 202.08 Medición

La unidad de medida será el metro cúbico ( $m^3$ ), de material excavado en su posición original. Todas las excavaciones serán medidas por volumen ejecutado.

### 202.09 Pago

El trabajo de excavación se pagará al precio unitario, para la excavación ejecutada satisfactoriamente y cubrirá el costo de todas las operaciones relacionadas con la correcta ejecución de las obras.

Ítem de Pago	Unidad de Pago
202 Excavación en Material Suelto	Metro cúbico ( $m^3$ )

<b>SECCION: 203</b>	<b>ESCARIFICACIÓN, HOMOGENIZACIÓN Y COMPACTACIÓN DE LA PLATAFORMA EXISTENTE.</b>
---------------------	--

### 203.01 Generalidades

Consiste en la preparación y acondicionamiento del terreno en zonas donde ya existe una plataforma y sobre la cual se continuará construyendo terraplenes.

### 203.02 Requerimientos de Construcción

Se realizará con motoniveladora en un espesor no menor de quince centímetros (15 cm), ni mayor de treinta centímetros (30 cm). La superficie escarificada será rociado con agua por medio de tanques cisternas, provistos de barras especiales para que el riego sea uniforme. La cantidad de agua se determinará en el laboratorio.

Se utilizarán rodillos lisos vibratorios, el rodillado deberá progresar gradualmente desde los bordes hacia el centro, en sentido paralelo al eje de la plataforma y deberá continuar así hasta que toda la superficie presente una capa densa y homogénea.

### 203.03 Medición

El trabajo de escarificación de la plataforma existente se medirá en metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de área escarificada ejecutada de acuerdo con el proyecto o las instrucciones del Supervisor.

### 203.04 Pago

El trabajo de escarificado se pagará por la escarificación ejecutada satisfactoriamente y cubrirá el costo de todo lo relacionado con la correcta ejecución de las obras costos de materiales, mano de obra, herramientas, maquinaria pesada.

Ítem de Pago	Unidad de Pago
203 Escarificación, homogenización y compactación de la plataforma existente	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

## SECCION 204

## CONFORMACIÓN DE LA SUBRASANTE

### 204.01 Descripción

Este trabajo consiste en la escarificación de la sub-rasante existente hasta 30 cm. de profundidad, el retiro o adición de materiales, la mezcla, humedecimiento o aireación, compactación y perfilado final de acuerdo con los planos del proyecto.

### 204.02 Materiales

La capa de conformación de sub-rasante deberá estar libre de sustancias deletéreas, de materia orgánica, raíces y otros elementos perjudiciales.

### 204.03 Equipo

El equipo empleado para la Conformación de Sub-rasante deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados (motoniveladora y rodillo liso vibratorio autopulsado), teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia.

Las condiciones de operación de los equipos deberán ser tales, que no se presenten emisiones de sustancias nocivas que sobrepasen los límites permisibles de contaminación.

### 204.04 Generalidades

Los trabajos de Conformación de Sub-rasante, deberán efectuarse según procedimientos puestos a consideración del Supervisor y aprobados por éste. Su avance físico deberá ajustarse al programa de trabajo.

Los trabajos de mejoramiento de Conformación de Sub-rasante sólo se efectuarán cuando no haya lluvia, la temperatura ambiente a la sombra, y los suelos se encuentren a un contenido de humedad inferior a su límite líquido.

### 204.05 Aceptación de los trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Comprobar que los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos.
- Verificar la compactación de todas las capas de suelo que forman parte de la actividad especificada.

#### Compactación

La ( $D_m$ ) sea igual o mayor al cien por ciento (100%) de la densidad máxima obtenida en el ensayo Proctor modificado (norma de ensayo AASHTO T-180) de referencia ( $D_e$ ).

$$D_m \geq D_e$$

A su vez, la densidad obtenida en cada medida individual ( $D_i$ ) deberá ser mayor al noventa y ocho por ciento (98%) de la densidad media del tramo.

$$D_i > 0.98 D_m$$

### 204.06 Medición

Para el caso de la Conformación de Sub-rasante, la unidad de medida será el metro cuadrado ( $m^2$ ). En este caso, el área se determinará con base en las secciones transversales del proyecto localizado.

### 204.07 Pago

El trabajo de Conformación de Sub-rasante se pagará por toda obra ejecutada satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptada por el Supervisor.

Ítem de Pago	Unidad de Pago
204. Conformación de subrasante	Metro cuadrado ( $m^2$ )

**SECCIÓN: 205**

**CONFORMACIÓN DE TERRAPLENES**

**Descripción**

**205.01 Generalidades**

Este trabajo consiste en la escarificación, nivelación y compactación del terreno en donde haya de colocarse un terraplén nuevo, previa ejecución de las obras de limpieza, demolición, drenaje y sub-drenaje; y la colocación, el humedecimiento o secamiento, la conformación y compactación de materiales apropiados de acuerdo con la presente especificación, los planos y secciones transversales del proyecto y las instrucciones del Supervisor.

Esta partida solo incluye los terraplenes conformados a partir de material proveniente de cantera.

**Materiales**

**205.02 Requisitos de los materiales**

Todos los materiales que se empleen en la construcción de terraplenes, deberán estar libres de sustancias deletéreas, de materia orgánica, raíces y otros elementos perjudiciales.

Los materiales que se empleen en la construcción de terraplenes deberán cumplir los requisitos indicados:

Condición	Partes del Terraplén		
	Base	Cuerpo	Corona
Tamaño máximo	150 mm	100 mm	75 mm
% Máximo de Piedra	30%	30%	-,-
Índice de Plasticidad	< 11%	< 11%	< 10%

**205.04 Equipo**

El equipo empleado para la construcción de terraplenes deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere aprobación previa del

Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de la presente especificación.

### **205.05 Generalidades**

Los trabajos de construcción de terraplenes se deberán efectuar según los procedimientos descritos en esta sección. El espesor propuesto deberá ser el máximo que se utilice en la obra, el cual en ningún caso debe exceder de trescientos milímetros (300 mm).

Si los trabajos de construcción o ampliación de terraplenes afectaren el tránsito normal en la vía o en sus intersecciones y cruces con otras vías, el Contratista será responsable de tomar las medidas para mantenerlo adecuadamente.

### **205.06 Preparación del terreno**

Antes de iniciar la construcción de cualquier terraplén, el terreno base de éste deberá estar desbrozada y limpia.

Cuando el terreno base esté satisfactoriamente limpio, se deberá escarificar, conformar y compactar, de acuerdo con las exigencias de compactación definidas en la presente especificación, en una profundidad mínima de ciento cincuenta milímetros (150 mm), aun cuando se deba construir sobre un afirmado.

### **205.07 Limitaciones en la ejecución**

La construcción de terraplenes sólo se llevará a cabo cuando no haya lluvia. Deberá prohibirse la acción de todo tipo de tránsito sobre las capas en ejecución, hasta que se haya completado su compactación. Si ello no resulta posible, el tránsito que necesariamente deba pasar sobre ellas se distribuirá de manera que no se concentren huellas de rodadura en la superficie.

### **205.08 Aceptación de los Trabajos**

Los trabajos para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

### (a) Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Verificar la compactación de todas las capas del terraplén.

### (b) Compactación

Las densidades individuales del tramo ( $D_i$ ) deberán ser, como mínimo, el noventa por ciento (90%) de la máxima densidad obtenida en el ensayo proctor modificado de referencia ( $D_e$ ) para la base y cuerpo del terraplén y el noventa y cinco por ciento (95%) con respecto a la máxima obtenida en el mismo ensayo, cuando se verifique la compactación de la corona del terraplén.

### 205.09 Medición

La unidad de medida para los volúmenes de terraplenes será el metro cúbico ( $m^3$ ), de material compactado, aceptado por el Supervisor, en su posición final.

### 205.10 Pago

El precio unitario deberá cubrir los costos de extracción y apilamiento, colocación, conformación, humedecimiento o secamiento y compactación de los materiales. El transporte del material se medirá y pagará con la partida de Transporte.

Ítem de Pago	Unidad de Pago
205. Conformación de terraplenes	Metro cúbico ( $m^3$ )

**SECCION: 206**

**PERNOS FULL GROUTED**

**Descripción**

**206.01** Los pernos de anclaje pasivo a los cuales se refiere esta sección servirán como soporte de la roca con el fin de estabilizar el talud. Los anclajes por adherencia con mortero de cemento actúan como un “bulon” que funciona con una rigidez superior a la de la roca circundante creando un casco de protección alrededor de la excavación.

**Realización del Servicio**

En estos pernos, son aquellos que se fijan mediante inyección de mortero de concreto en toda la longitud del barreno. El perno deberá llevar platina y tuerca para apoyar y asegurar la malla metálica.

**206.02 Materiales y accesorios**

- **Barras o pernos de anclaje.** Los pernos estarán constituidos por barras corrugadas de acero que tenga una elongación mínima del 12% en 20 cm. Para los pernos roscados, las barras deberán cumplir lo establecido por la norma ASTM A-615. ASTM F-432: Techo y Pernos de anclaje con accesorios.

ASTM A-615: Indicadas en las presentes especificaciones técnicas para las barras deformadas y de lingotes de acero, planos de refuerzo de concreto.

ASTM A-36: Especificaciones para acero estructural.

ASTM A-325: Especificaciones para pernos de anclaje estructurales de acero, tratamientos de calor y resistencia a la tensión con un mínimo de 12 a 15 Tn.

ASTM C-150: Especificaciones para cemento Pórtland.

**Placas de Base de Acero.** Deben de cumplir con la norma ASTM A-36

**Tuercas** serán de acero y deben de ser hexagonales salvo otra indicación del Supervisor y que deben de desarrollar una resistencia no menor del 125% de la resistencia del perno de anclaje

**Arandelas** se usarán con los pernos de anclaje deberán asegurar que haya transferencia de carga continua entre la tuerca y la placa de apoyo y estarán normadas por la ASTM A-325

**Mortero agua/cemento (a/c).**Las morteros que se vayan a utilizar debe contar con las siguientes relaciones en volumen variable entre (1/2) a (1/3) por m<sup>3</sup> de mortero.

### 1110.03 Ejecución del Trabajo

La instalación de los pernos para soporte de excavaciones se hará dentro de las tres horas siguientes a la voladura; y de preparación y limpieza de la superficie, no se debe perforar más huecos sin haber colocado los respectivos pernos para evitar contaminación por el polvo o material extraño.

### Medición

**1110.04** La unidad de medida será el metro (m), de barra instalada en el interior de la roca.

### Pago

**1110.05** El pago "Pernos Full grouted". Dichos precios incluirán los costos relacionados con el suministro de los pernos con todos sus accesorios, y los demás trabajos necesarios para ejecutar la perforación y lavado de los huecos; y la instalación, inyección del mortero a/c o inyección de resina y ajuste de los pernos con la malla electrosoldada.

Ítem de Pago	Unidad de Pago
206 Pernos Full grouted	Metro (m)

**SECCION: 301**

**SUB BASE GRANULAR**

**Descripción**

**301.01** Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de material de subbase granular aprobado sobre una superficie preparada, en una o varias capas.

**Materiales**

**301.02** Para la construcción de sub-bases granulares, los materiales serán agregados naturales procedentes de excedentes de excavaciones o canteras clasificados y aprobados por el Supervisor o podrán provenir de la trituración de rocas y gravas, o podrán estar constituidos por una mezcla de productos de ambas procedencias.

Las partículas de los agregados serán duras, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, blandas o desintegrables y sin materia orgánica. Sus condiciones de limpieza dependerán del uso que se vaya a dar al material.

Los requisitos de calidad que deben cumplir los diferentes materiales y los requisitos granulométricos se presentan en la especificación respectiva del manual de EG-2000.

**Equipo**

**301.03** Todos los equipos deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren de aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de las exigencias de la partida.

**301.04 Explotación de materiales y elaboración de agregados**

Las fuentes de materiales, así como los procedimientos y equipos utilizados para la explotación de aquellas y para la elaboración de los agregados

requeridos, deberán tener aprobación previa del Supervisor, lo cual no implica necesariamente la aceptación posterior de los agregados que el Contratista suministre o elabore de tales fuentes, ni lo exime de la responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de esta especificación,.

### **301.05 Transporte y colocación del material**

El Contratista deberá transportar y verter el material, de tal modo que no se produzca segregación, ni se cause daño o contaminación en la superficie existente.

Durante ésta labor se tomarán las medidas para el manejo del material de Sub-base, evitando los derrames de material y por ende la contaminación de fuentes de agua, suelos y flora cercana al lugar.

### **301.06 Compactación**

Una vez que el material de la subbase tenga la humedad apropiada, se conformará y compactará con el equipo aprobado por el Supervisor, hasta alcanzar la densidad especificada.

Aquellas zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte no permitan la utilización del equipo que normalmente se utiliza, se compactarán por los medios adecuados para el caso, en forma tal que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa.

### **301.07 Apertura al tránsito**

Sobre las capas en ejecución se prohibirá la acción de todo tipo de tránsito mientras no se haya completado la compactación. Si ello no es factible, el tránsito que necesariamente deba pasar sobre ellas, se distribuirá de forma que no se concentren ahuellamientos sobre la superficie.

### **301.08 Conservación**

Si después de aceptada la subbase granular, el Contratista demora por cualquier motivo la construcción de la capa inmediatamente superior, deberá

reparar, a su costo, todos los daños en la subbase y restablecer el mismo estado en que se aceptó.

### 301.09 Medición

La unidad de medida será el metro cúbico ( $m^3$ ), de material o mezcla suministrada, colocada y compactada a satisfacción del Supervisor, de acuerdo a las dimensiones que se indican en el Proyecto o las modificaciones ordenadas por el Supervisor.

### 301.10 Pago

El pago se hará por metro cúbico ( $m^3$ ) por toda obra ejecutada de acuerdo con la especificación respectiva y aceptada a satisfacción por el Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos necesarios para la explotación de canteras, los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes y canteras; la preparación de las zonas por explotar, así como todos los costos de explotación, selección, trituración, transportes dentro de las zonas de producción, almacenamiento, clasificación, desperdicios.

Ítem de Pago	Unidad de Pago
301. Subbase granular	Metro cúbico ( $m^3$ )

<b>SECCION: 302</b>	<b>BASE GRANULAR</b>
---------------------	----------------------

### Descripción

**302.01** Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de material de base granular aprobado sobre una subbase, afirmado o subrasante, en una o varias capas, conforme con las dimensiones, alineamientos y pendientes señalados en los planos del proyecto u ordenados por el Supervisor.

### Materiales

**302.02** Los agregados para la construcción de la base granular deberán satisfacer los siguientes requisitos:

Los materiales para base granular solo provendrán de canteras autorizadas y será obligatorio el empleo de un agregado que contenga una fracción producto de trituración mecánica.

Las partículas de los agregados serán duras, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, blandas o desintegrables y sin materia orgánica, terrones de arcilla u otras sustancias perjudiciales.

La composición final de la mezcla de agregados presentará una granulometría continua y bien graduada (sin inflexiones notables) según una fórmula de trabajo de dosificación aprobada por el Supervisor y según uno de los requisitos granulométricos que se indican en el manual de EG-2000.

### Equipo

**302.03** Se aplican las condiciones generales establecidas en los párrafos inferiores de esta Subsección, con la salvedad de que la planta de trituración, con unidades primaria y secundaria, como mínimo, es obligatoria.

El equipo será el más adecuado y apropiado para la explotación de los materiales, su clasificación, trituración de ser requerido, lavado si es necesario, equipo de carga, descarga, transporte, extendido, mezcla,

homogeneización, humedecimiento y compactación del material, así como herramientas menores.

## **Requerimientos de Construcción**

### **302.04 Explotación de materiales y elaboración de agregados**

Las fuentes de materiales, así como los procedimientos y equipos utilizados para la explotación de aquellas y para la elaboración de los agregados requeridos, deberán tener aprobación previa del Supervisor, la cual no implica necesariamente la aceptación posterior de los agregados que el Contratista suministre o elabore de tales fuentes, ni lo exime de la responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de cada especificación.

#### **Planta de Trituración**

La planta de trituración se debe instalar y ubicar en el lugar que cause el menor daño posible al medio ambiente y estar dotada de filtros, pozas de sedimentación y captadores de polvo u otros aditamentos necesarios a fin de evitar la contaminación de aguas, suelos, vegetación, poblaciones aledañas, etc. por causa de su funcionamiento.

La instalación de la planta de trituración requiere un terreno adecuado para ubicar los equipos, establecer patios de materias primas, los cuales, podrían ser compartidos con los de la planta de asfalto.

### **302.05 Preparación de la superficie existente**

El Supervisor solo autorizará la colocación de material de base granular cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la densidad apropiada, las cotas, transiciones curvas con tangentes, peraltes de curvas y bombeo, indicadas en los planos del proyecto.

### **302.06 Transporte y colocación de material**

El Contratista deberá transportar y verter el material, de tal modo que no se produzca segregación, ni se cause daño o contaminación en la superficie existente.

### **302.07 Compactación**

Una vez que el material de la base tenga la humedad apropiada, se conformará y compactará, hasta alcanzar la densidad especificada previa aprobación de la Supervisión.

Aquellas zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte no permitan la utilización del equipo que normalmente se utiliza, se compactarán por los medios adecuados, en forma tal que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa.

### **302.08 Apertura al tránsito**

Sobre las capas en ejecución se prohibirá la acción de todo tipo de tránsito mientras no se haya completado la compactación. Si ello no es factible, el tránsito que necesariamente deba pasar sobre ellas, se distribuirá de forma que no se concentren ahuellamientos sobre la superficie.

### **302.10 Aceptación de los Trabajos**

Durante la ejecución de los trabajos, El Supervisor efectuará los siguientes controles:

- Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aceptado como resultado de los tramos de prueba.
- Verificar los resultados de ensayos de la densidad de las capas compactadas efectuando la corrección previa por partículas de agregado grueso, siempre que ello sea necesario. Este control se realizará en el espesor de capa realmente construido de acuerdo con el proceso constructivo aplicado.
- Verificar y aprobar las mediciones de los servicios ejecutados, medidas de espesores y de perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.

### 302.11 Medición

La unidad de medida será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), de material o mezcla suministrada, colocada y compactada de acuerdo con las dimensiones que se indican en el Proyecto o las modificaciones ordenadas por el Supervisor.

### 302.12 Pago

El pago se hará por metro cúbico (m<sup>3</sup>) por toda obra ejecutada de acuerdo con la especificación respectiva y aceptada por el Supervisor.

Ítem de Pago	Unidad de Pago
302. Base granular	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

**SECCION: 401**

**IMPRIMACION ASFALTICA**

**Descripción**

**401.01** Bajo este ítem, el Contratista debe suministrar y aplicar material bituminoso sobre la base granular, preparada con anterioridad, de acuerdo con las Especificaciones y de conformidad con los planos. Consiste en la incorporación de asfalto diluido a la superficie de una Base, a fin de prepararla para recibir una capa de pavimento asfáltico.

**Materiales**

**401.02** El material bituminoso a aplicar en este trabajo será el siguiente: - Asfalto líquido, de grados MC-30, MC-70, ó MC-250 que cumpla con los requisitos de la siguiente tabla:

El tipo de material a utilizar deberá ser establecido en el Proyecto o según lo indique el Supervisor. El material debe ser aplicado tal como sale de planta, sin agregar ningún solvente o material que altere sus características.

La cantidad por m<sup>2</sup> de material bituminoso a emplearse para el caso de imprimación asfalto diluido, debe estar comprendido entre 0,18 – 0.40 gln/m<sup>2</sup> para una penetración dentro de la capa granular de apoyo de 7 mm por lo menos y de forma a presentar una buena cohesión en la superficie de la base, verificándose esto cada veinticinco metros (25 m).

**401.03 Equipo**

Todos los equipos empleados deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados, y requieren la aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de las exigencias de calidad de la presente especificación.

Para áreas inaccesibles al equipo irrigador y para retoques y aplicaciones mínimas, se usará una caldera regadora portátil, con sus elementos de

irrigación a presión, o una extensión del carro tanque con una boquilla de expansión que permita un riego uniforme. Por ningún motivo se permitirá el empleo de regaderas u otros dispositivos de aplicación manual por gravedad.

## **Requerimientos de Construcción**

### **401.04 Clima**

La capa de imprimación debe ser aplicada solamente cuando la temperatura atmosférica a la sombra este por encima de los 10°C, la superficie del camino esté razonablemente seca y las condiciones climáticas, en la opinión del Supervisor, se vean favorables (no lluviosos ni muy nublado).

### **401.05 Preparación de la Superficie**

La superficie de la base que debe ser imprimada (impermeabilizada) debe estar en conformidad con los alineamientos, gradientes, transiciones de curvas con tangentes, peraltes, bombeos y secciones típicas mostradas en los planos y con los requisitos de las Especificaciones relativas a la Base Granular.

Antes de la aplicación de la capa de imprimación, todo material suelto o extraño debe ser eliminado por medio de una barredora mecánica y/o un soplador mecánico, según sea necesario.

### **401.06 Aplicación de la Capa de Imprimación**

Durante la ejecución el Contratista debe tomar las precauciones necesarias para evitar incendios, siendo responsable por cualquier accidente que pudiera ocurrir.

El material bituminoso de imprimación debe ser aplicado sobre la base completamente limpia, por un distribuidor a presión que cumpla con los requisitos indicados anteriormente. El Contratista dispondrá de cartones o papel grueso que acomodará en la Base antes de imprimir, para evitar la superposición de riegos, sobre un área ya imprimada, al accionar la llave de riego debiendo existir un empalme exacto. El material debe ser aplicado uniformemente a la temperatura y a la velocidad de régimen especificada por

el Supervisor. En general, el régimen debe estar entre 0,18 – 0.40 gln/m<sup>2</sup>, dependiendo de cómo se halle la textura superficial de la base.

Al aplicar la capa de imprimación, el distribuidor debe ser conducido a lo largo de un filo marcado para mantener una línea recta de aplicación. El Contratista debe determinar la tasa de aplicación del ligante y hacer los ajustes necesarios. Algún área que no reciba el tratamiento, debe ser inmediatamente imprimada usando una manguera conectada al distribuidor.

#### **401.07 Apertura al Tráfico y Mantenimiento**

El área imprimada debe airearse, sin ser arenada por un término de 24 horas, a menos que lo ordene de otra manera el Supervisor. Si el clima es frío o si el material de imprimación no ha penetrado completamente en la superficie de la base, un período más largo de tiempo podrá ser necesario. Cualquier exceso de material bituminoso que quede en la superficie después de tal lapso debe ser retirado usando arena, u otro material aprobado que lo absorba y como lo ordene el Supervisor, antes de que se reanude el tráfico.

#### **401.08 Aceptación de los trabajos**

##### **(a) Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles:

- Verificar la implementación para cada fase de los trabajos de lo especificado en el plan de Mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan todos los requisitos de calidad exigidos en el apartado **401.02 de este documento**
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado como resultado del tramo de prueba,
- Verificar y aprobar las mediciones de los servicios ejecutados, así como verificar la textura superficial y comprobar la uniformidad de la superficie.

El Contratista cubrirá las áreas en las que el Supervisor efectúe verificaciones de la dosificación de riegos de imprimación

### **(b) Calidad del material asfáltico**

A la llegada de cada camión termo tanque con asfalto diluido para la imprimación, el Contratista deberá entregar al Supervisor un certificado de calidad del producto.

El Supervisor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de material bituminoso que no se encuentren respaldados por la certificación de calidad del fabricante. En todos los casos, guardará una muestra para ensayos ulteriores de contraste, cuando el Contratista o el fabricante manifiesten inconformidad con los resultados iniciales.

### **401.09 Medición**

La unidad de medida será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>), de todo trabajo ejecutado a satisfacción del Supervisor, de acuerdo a lo exigido en estas especificaciones.

### **401.10 Pago**

El pago se hará al respectivo precio por metro cuadrado, para toda obra ejecutada de acuerdo con la respectiva especificación, los planos del proyecto y aceptada a satisfacción por el Supervisor.

<b>Ítem de Pago</b>	<b>Unidad de Pago</b>
401. Imprimación Asfáltica	Metro cuadrado(m <sup>2</sup> )

**SECCION: 402**

**PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE**

**Descripción**

**402.01 Generalidades**

Este trabajo consistirá en la colocación de una capa asfáltica bituminosa fabricada en caliente y, construida sobre una superficie debidamente preparada e imprimada, de acuerdo con la presente especificación.

**Materiales**

**402.02** Los materiales a utilizar serán los que se especifican a continuación:

**(a) Agregados Minerales Gruesos**

Los agregados gruesos deberán cumplir los siguientes requisitos:

Los agregados pétreos empleados para la ejecución de cualquier tratamiento o mezcla bituminosa deberán poseer una naturaleza tal, que al aplicársele una capa del material asfáltico por utilizar en el trabajo, ésta no se desprenda por la acción del agua y del tránsito. Teniendo en consideración aquello que menciona en la EG-2000.

Los procedimientos y equipos de explotación, clasificación, trituración, lavado y el sistema de almacenamiento, deberán garantizar el suministro de un producto de características uniformes. Si el Contratista no cumple con estos requerimientos, el Supervisor exigirá los cambios que considere necesarios.

**402.03 Equipo**

Para los equipos de producción, se deberá considerar lo siguiente:

**La planta de trituración** constará de una trituradora primaria y una secundaria obligatoriamente. Una terciaria siempre y cuando se requiera. Se deberá incluir también una clasificadora y un equipo de lavado.

**Planta mezcladora** La mezcla de concreto asfáltico se fabricará en plantas adecuadas de tipo continuo o discontinuo, capaces de manejar simultáneamente en frío el número de agregados que exija la fórmula de trabajo adoptada.

**Equipo para el transporte** Tanto los agregados como las mezclas se transportarán en volquetes debidamente acondicionadas para tal fin. La forma y altura de la tolva será tal, que durante el vertido en la terminadora, el volquete sólo toque a ésta a través de los rodillos previstos para ello.

**Equipo de compactación** Se deberán utilizar rodillos autopropulsados de cilindros metálicos, estáticos o vibratorios, triciclos o tándem y de neumáticos. El equipo de compactación será aprobado por el Supervisor. Para Vías de Primer orden los rodillos lisos se restringen a los denominados tipo tándem, no permitiéndose el uso de los que poseen dos llantas traseras neumáticas. Para otros tipos de vías se aconseja el uso de equipos tándem, mas no restringe exclusivamente a éste.

#### 402.05 Medición

La unidad de medida será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), de mezcla suministrada y compactada de acuerdo con lo exigido por esta especificación.

#### 402.06 Pago

El pago se hará al respectivo precio unitario por metro cúbico, para toda obra ejecutada. El precio deberá incluir: la elaboración de las mezclas; los costos de arreglo de las vías de acceso a las fuentes y canteras;

Ítem de Pago	Unidad de Pago
402. Pavimento de Concreto Asfáltico en Caliente	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

**SECCION: 403**

**ASFALTO DILUIDO**

**Descripción**

**403.01** Esta especificación se refiere al suministro de un asfalto diluido del tipo y características apropiadas en el sitio de aplicación de riegos de imprimación y

**Materiales**

**403.02 Material Bituminoso**

El material por suministrar será un asfalto diluido de curado medio o rápido, cuyo tipo y característica dependerán del trabajo en el cual vaya a ser aplicado.

Deberá cumplir con los requisitos de calidad establecidos en las EG-2000.

**Equipo**

**403.03** Se deberán considerar los mismos requerimientos que se indican en la Subsección: Cemento asfáltico, de esta especificación.

**Requerimientos de Construcción**

**403.04** El Contratista suministrará el asfalto diluido cumpliendo las disposiciones legales al respecto, en especial las referentes a dimensiones y pesos de los vehículos de transporte y al control de la contaminación ambiental.

El empleo de asfalto diluido se hará de acuerdo a lo establecido en el proyecto y conforme lo establece la sección correspondiente a la partida de trabajo de la cual formará parte. El asfalto diluido deberá ser aplicado tal como salió de la planta del proveedor, sin efectuar ninguna adición de solvente o material que altere sus características de calidad.

**403.05 Aceptación de los Trabajos**

- Exigir un certificado de calidad del producto, así como la garantía del fabricante de que el producto cumple las condiciones de calidad

- Verificar el estado de funcionamiento de los equipos de transporte y almacenamiento.
- Verificar que durante el vaciado de los termotanques no se lleven a cabo manipulaciones que puedan afectar la calidad del producto y la seguridad de las personas.

## Medición

**403.06** La unidad de medición del asfalto diluido, según el tipo utilizado, será el galón (Gln) de asfalto diluido, incorporado en los riegos de imprimación a satisfacción del Supervisor.

El volumen utilizado se calculará considerando la tasa de aplicación promedio de cada jornada, considerando su densidad, aplicada al área cubierta según lo indicado en estas especificaciones.

## Pago

**403.07** El pago se hará al precio unitario real, por el asfalto diluido efectivamente aplicado en los riegos de imprimación verificados por el Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de suministro del asfalto diluido en obra, manejo, almacenamiento y transportes entre la planta de fabricación del asfalto diluido y el sitio de colocación final.

Ítem de Pago	Unidad de Pago
403.A Asfalto diluido	Galón (GLN)

<b>SECCION: 404 A</b>	<b>CEMENTO ASFALTICO</b>
-----------------------	--------------------------

### **Descripción**

**404.01** Esta especificación se refiere al suministro de cemento asfáltico en el sitio de colocación de mezclas asfálticas en caliente, construidas de acuerdo con lo establecido en las especificaciones de Pavimento de Concreto Asfáltico en Caliente.

### **Materiales**

#### **404.02 Material bituminoso**

El material por suministrar será cemento asfáltico clasificado por grado de penetración, de acuerdo con las características del proyecto y que cumpla los requisitos de calidad.

#### **404.03 Equipo**

Todos los equipos empleados deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras. El transporte del cemento asfáltico desde la planta de producción a la planta mezcladora, deberá efectuarse en caliente y a granel, en carros termo tanques con adecuados sistemas de calefacción y termómetros ubicados en sitios visibles.

#### **404.04 Requerimientos de Construcción**

El Contratista suministrará el cemento asfáltico cumpliendo las disposiciones legales al respecto, en especial las referentes a las dimensiones y pesos de los vehículos de transporte y al control de la contaminación ambiental.

#### **404.05 Aceptación de los Trabajos**

- Verificar el estado y funcionamiento de los equipos de transporte y almacenamiento.

- Verificar que durante el vaciado de los termotanques no se lleven a cabo manipulaciones que afecten la calidad del producto y la seguridad de las personas.
- Tomar, cada vez que lo estime conveniente, muestras para los ensayos que exige **la especificación de Pavimento de Concreto Asfáltico Caliente** y efectuar las respectivas pruebas.
- Verificar que el calentamiento del asfalto, antes de su mezcla con los agregados pétreos, impida la oxidación prematura del producto y se ajuste a las exigencias del ítem en ejecución.

#### 404.06 Medición

La unidad de medida del cemento asfáltico será el Galón (GLN), incorporado en la mezcla en caliente, debidamente aceptada por el Supervisor.

La cantidad a ser medida, en caso de ejecución de carpeta asfáltica, será calculada a través de la multiplicación de la densidad específica promedio obtenida en laboratorio del material empleado por el volumen aplicado.

#### 404.07 Pago

El pago se hará al precio unitario real, por el cemento asfáltico efectivamente incorporado en las mezclas en caliente en su posición final, recibidas a satisfacción por el Supervisor.

Ítem de Pago	Unidad de Pago
404. Cemento Asfáltico	Galón (GLN.)

<b>SECCION: 405</b>	<b>FILLER MINERAL</b>
---------------------	-----------------------

### Descripción

**405.01** Esta especificación está referida a la utilización de un relleno mineral en las mezclas asfálticas preparadas y distribuidas en caliente.

### Materiales

**405.02** El relleno mineral que sea necesario emplear como relleno de vacíos, espesante de la mezcla asfáltica o como mejorador de adherencia será de preferencia la cal hidratada o cemento hidráulico, que deberá cumplir los requisitos que se especifican en la norma AASHTO-M303.

En este caso, se deberá cumplir la siguiente granulometría:

Malla	% Retenido(en peso)
Residuo máximo en la malla de 600 mm (N° 30)	3%
Residuo máximo en la malla de 75 mm (N° 200)	20%

### 405.03 Equipo

**(a) Empaque**, para su traslado al sitio de las obras, el filler mineral podrá empacarse en bolsas o a granel.

El vehículo de transporte deberá disponer de lonas o cobertores adecuados, debidamente asegurados a su carrocería, que protejan al aditivo durante su transporte, si el suministro se realiza a granel, deberán emplearse camiones adecuados para tal fin, dotados de dispositivos mecánicos que permitan el rápido traslado de su contenido a los depósitos de almacenamiento.

**(b) Depósitos de almacenamiento**, el depósito para el filler mineral suministrado en bolsas deberá ser ventilado y cubierto y disponer de los elementos que aseguren la protección del producto contra los agentes atmosféricos.

#### 405.04 Requerimientos de Construcción

La incorporación del filler mineral a las mezclas asfálticas en caliente se hará en la proporción definida en el diseño de éstos y en la fórmula de trabajo establecida, según la Subsección 400.05 de la EG-2000. El abastecimiento se hará en la misma planta de asfalto utilizando tolvas especiales para el material y sistemas que impidan la pérdida

#### 405.05 Aceptación de los Trabajos

##### (a) Controles

- Verificar el estado y funcionamiento de los equipos de transporte, almacenamiento y abastecimiento a la planta.
- Comprobar la correcta incorporación del filler mineral en la mezcla.
- Tomar cada vez que lo estime conveniente, muestras del producto para la ejecución eventual de pruebas de control.

#### 405.06 Medición

La unidad de medición será la Tonelada (Ton).

#### 405.07 Pago

El peso determinado en la forma descrita anteriormente, se pagará por Tonelada (Ton). Este precio será compensación total por la adquisición, carguío, transporte a obra, descarga, acopio, almacenaje y desperdicio del material.

Ítem de Pago	Unidad de Pago
405. Filler Mineral	Tonelada (Ton)

**SECCION: 406**

**ADITIVO PARA ASFALTO**

## **Descripción**

**406.01** Esta especificación se refiere al suministro de aditivos o productos mejoradores de adherencia en el sitio de colocación de mezclas asfálticas.

## **Materiales**

**406.02** Para el mejoramiento de la adherencia entre los productos bituminosos y los agregados pétreos se podrán emplear:

- Aditivos producidos comercialmente de calidad certificada.
- Cal (AASHTO M 303)

Debe entenderse que en la selección de los aditivos mejoradores de adherencia, el par asfalto-agregado deberá cumplir los requerimientos respectivos en cada especificación.

## **406.03 Equipo**

### **(a) Empaque**

Para su traslado al sitio de las obras, el aditivo podrá empacarse en tambores y/o en bolsas. Las bolsas sólo podrán emplearse cuando el aditivo sea sólido.

### **(b) Vehículos de transporte**

Si el suministro se hace en tambores o bolsas, el transporte podrá efectuarse en cualquier camión convencional. El vehículo deberá disponer de lonas o cobertores adecuados.

### **(c) Depósitos de almacenamiento**

El depósito de los aditivos suministrados en tambores o bolsas deberá ser ventilado y cubierto y disponer de los elementos que aseguren la protección del producto contra los agentes atmosféricos.

#### 406.04 Requerimientos de Construcción

La incorporación de los mejoradores de adherencia en los tratamientos y mezclas se hará en la proporción definida en el diseño de éstos. La adición de aditivo deberá realizarse previamente en un mezclador de suelo, agregando el porcentaje de diseño a uno de los agregados de la mezcla asfáltica, preferiblemente el más fino.

#### 406.07 Aceptación de los Trabajos

##### (a) Controles

- Verificar que durante el manejo del aditivo no se efectúen operaciones que puedan afectar su calidad.
- Comprobar la correcta incorporación del aditivo en el tratamiento o mezcla.
- Verificar los resultados de ensayos del producto, para comprobar sus características.

#### 406.08 Medición

La unidad de medida del aditivo incorporado a la mezcla asfáltica será el Kilogramo (Kg).

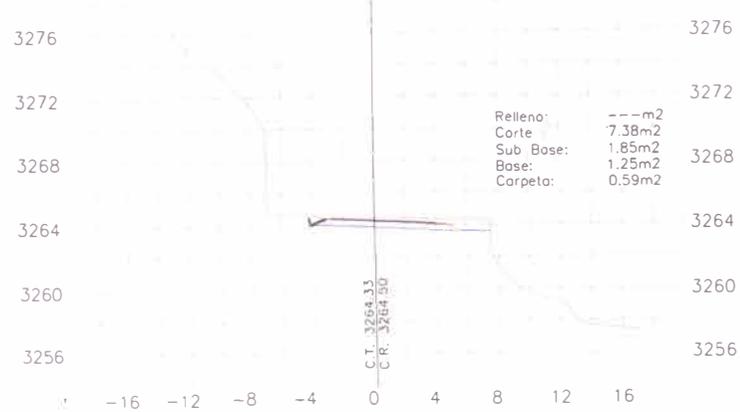
#### 406.09 Pago

El pago se hará al precio por el aditivo efectivamente incorporado en las mezclas en su posición final.

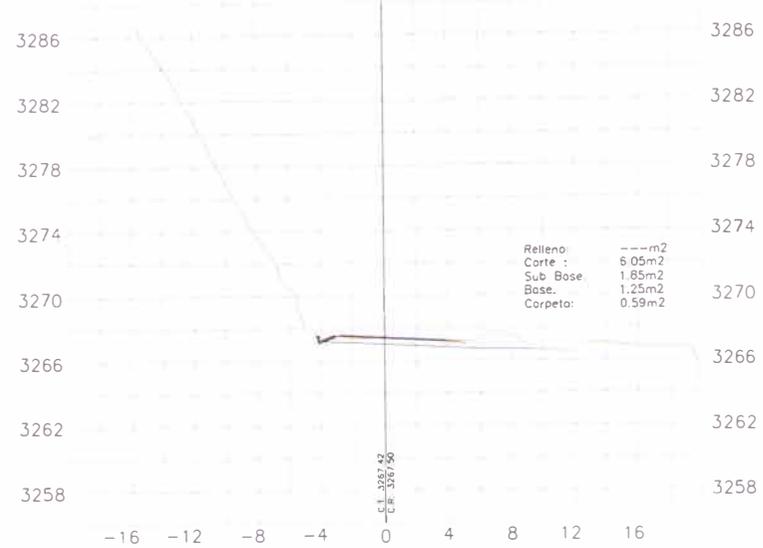
Item de Pago	Unidad de Pago
406. Aditivo para Asfalto	Kilogramo (Kg.)

# ANEXO N° 19

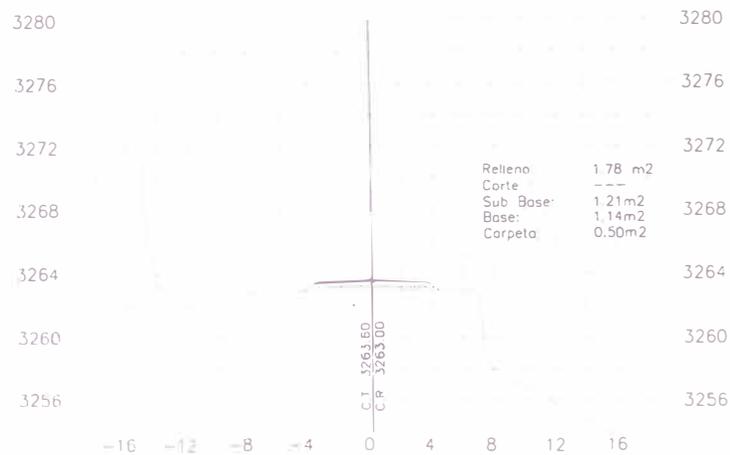
## SECCIÓN 162+330.00



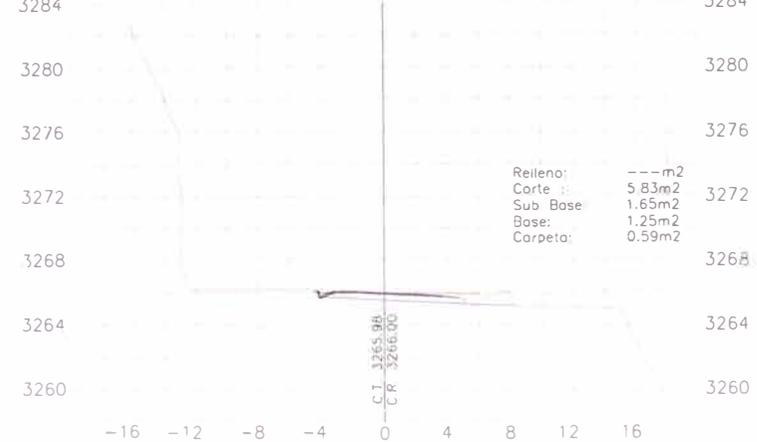
## SECCIÓN 162+390.00



## SECCIÓN 162+300.00

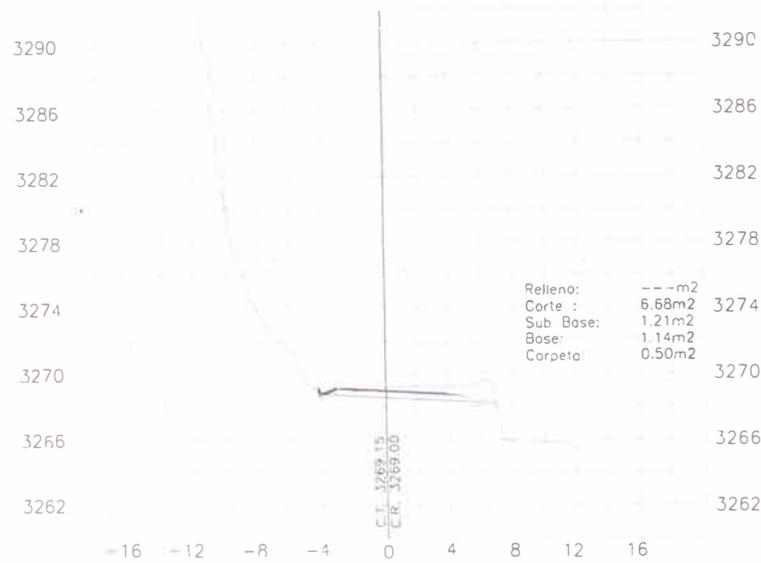


## SECCIÓN 162+360.00

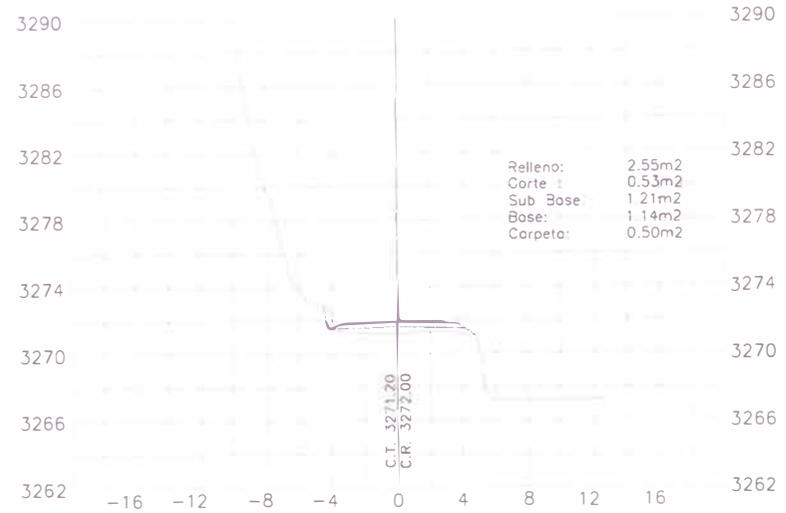


# ANEXO Nº 19

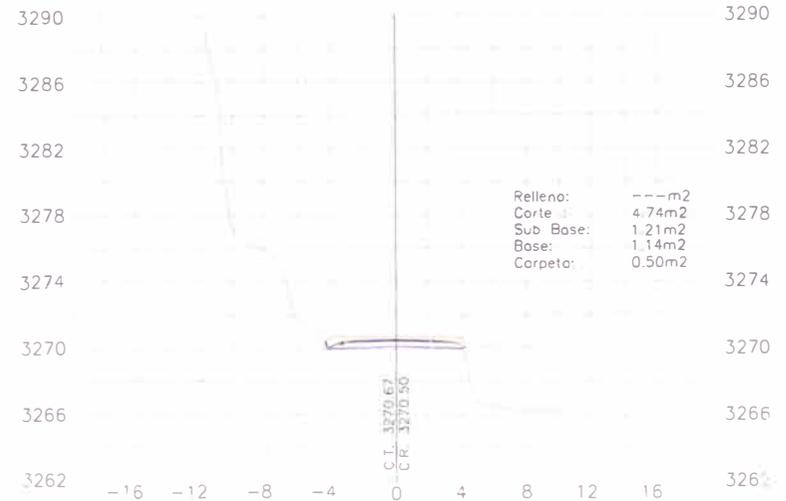
## SECCIÓN 162+420.00



## SECCIÓN 162+480.00

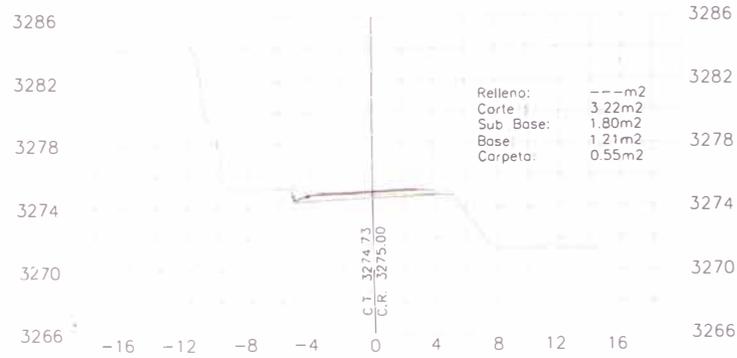


## SECCIÓN 162+450.00

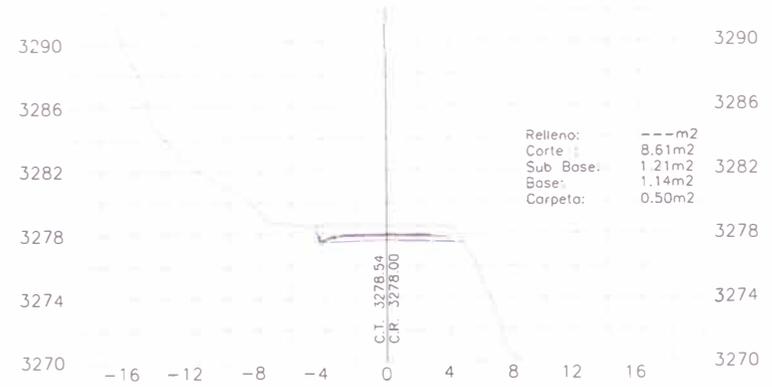


# ANEXO Nº 19

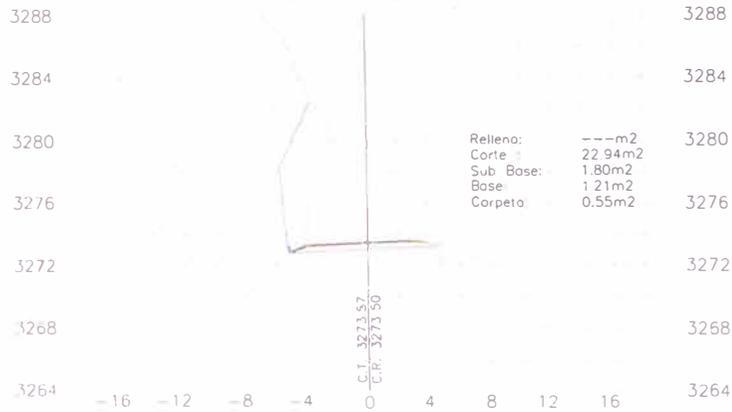
## SECCIÓN 162+540.00



## SECCIÓN 162+600.00



## SECCIÓN 162+510.00



## SECCIÓN 162+570.00

