

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE – YAUYOS
– HUANCAYO DEL km 166+500 AL km 166+800
DISEÑO DE PAVIMENTOS Y ANALISIS DE ESTABILIDAD DE
TALUDES

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PERCY PEROY POMA SALAZAR

Lima – Perú

AÑO 2009

DEDICATORIA:

A Dios, en él baso mi fe para guiar mis pasos por el sendero correcto que me trajo hasta aquí. A mis padres y mejores amigos Teresa y Mario, como muestra de mi agradecimiento a su incansable labor y apoyo a lo largo de mis días. A mis hermanos Cecilia, Mario y Giuliana por su comprensión y apoyo incondicional. A Cynthia, mi fiel compañera quien me dará la dicha de ser padre, en recompensa de la atención robada y muestra de mi amor.

INDICE

INDICE	2
RESUMEN	6
LISTA DE CUADROS	7
LISTA DE GRÁFICOS	10
LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS	12
INTRODUCCIÓN	14
CAPITULO I:	
ANTECEDENTES	15
1.1 RESUMEN DEL ESTUDIO DE PERFIL	15
1.1.1 Aspectos Generales	15
1.1.2 Definición de las Causas y del Problema.....	15
1.1.2.1 Planteamiento de las Causas	15
1.1.2.2 Planteamiento del Problema Central.....	16
1.1.3 Evaluación de Alternativas de Solución.....	16
1.1.4 Análisis de la Demanda.....	16
1.1.5 Evaluación Social	16
1.2 OBJETIVO DEL PROYECTO	17
1.2.1 Objetivo General	17
1.2.2 Objetivos Específicos	18
1.3 UBICACIÓN	18
1.4 ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO	20
1.4.1 Orientación del Estudio	20
1.4.2 Geomorfología.....	20
1.4.3 Geología del Área de Estudio.....	20
1.4.4 Tectónica.....	22
1.4.5 Geodinámica Externa.....	22

CAPITULO II

ESTUDIO DE CANTERAS Y FUENTES DE AGUA	23
2.1 ESTUDIO DE CANTERAS	23
2.1.1 Trabajos de Campo	23
2.1.2 Identificación de Canteras	24
2.1.3 Recomendaciones Generales Para las Canteras Identificadas	28
2.2 FUENTES DE AGUA	28
2.2.1 Trabajo en Campo e Identificación de Fuentes	28
2.2.2 Ensayos Químico de Laboratorio	29
2.3 BOTADEROS	30

CAPITULO III

ESTUDIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	31
3.1 ESTUDIO DE SUELOS	31
3.1.1 Objetivo	31
3.1.2 Descripción Actual de la Vía	31
3.1.3 Evaluación Estructural de la Vía	31
3.1.4 Trabajos de Campo	31
3.1.5 Ensayos a las Muestras de Suelo	32
3.1.5.1 Análisis Granulométrico (ASTM D-422)	33
3.1.5.2 Límite Líquido (ASTM D-423) y Límite Plástico (ASTM D-424)	33
3.1.5.3 Contenido de Humedad Natural (ASTM D-2216)	34
3.1.5.4 Clasificación de Suelos SUCS (ASTM D-2487) y AASHTO (ASTM D-3282)	34
3.1.5.5 Ensayo de Próctor Modificado (ASTM D-1557)	35
3.1.5.6 Ensayo de C.B.R. (ASTM D-1883)	36
3.1.5.7 Resumen de Ensayos de Laboratorio	36
3.1.5.8 Perfil Estratigráfico	37
3.1.5.9 Capacidad de Soporte del Suelo	39

3.2	DISEÑO DE PAVIMENTOS	39	
3.2.1	Definición de Pavimento	39	
3.2.2	Diseño de Pavimentos	39	
3.2.3	Método AASHTO 1993 Para Diseño de Pavimentos	40	
3.2.3.1	Alcances Generales	40	
3.2.3.2	Variables de Diseño	40	
3.2.3.3	Criterios de Comportamiento	41	
3.2.3.4	Propiedades de los Materiales	42	
3.2.3.5	Parámetros de Drenaje del Pavimento	44	
3.2.3.6	Diseño Estructural del Pavimento	45	
3.2.4	Cálculo del Diseño de Pavimentos	48	
3.2.4.1	Periodo de Diseño: 10 años	48	
3.2.4.2	Ejes Equivalentes – W18	48	
3.2.4.3	Confiability (R)	50	
3.2.4.4	Desviación Estándar Total (So)	51	
3.2.4.5	Diferencia de la Serviciabilidad Inicial y Final (Δ PSI)	51	
3.2.4.6	Determinación del CBR de Diseño	52	
3.2.4.7	Módulo Resiliente de la Subrasante M_r	52	
3.2.4.8	Cálculo del Número Estructural S_n	52	
3.2.4.9	Diseño de Espesores de Capa	52	
3.2.4.10	Fórmula de Trabajo para el TSB	56	
CAPITULO IV			
ESTABILIDAD DE TALUDES			57
4.1	GENERALIDADES	57	
4.2	MÉTODOS DE CÁLCULO	57	
4.2.1	Métodos de Cálculo en Deformaciones	57	
4.2.2	Métodos de Equilibrio Límite	58	
4.2.3	Mecanismos de Rotura	60	

4.2.4	Análisis de Estabilidad Considerando Rotura Planar	61
4.2.5	Peligro Sísmico de la Zona del Proyecto	64
4.2.6	Estudios Geomecánicos	67
4.2.7	Factor de Seguridad	68
4.2.8	Análisis de Estabilidad en Condiciones Estáticas y pseudoestáticas.....	69
4.2.9	Dispositivos de Protección y Seguridad.....	74
	CONCLUSIONES	77
	RECOMENDACIONES	78
	BIBLIOGRAFIA	79
	ANEXOS	80

RESUMEN

El presente documento contiene aportes técnicos, impartidos en temas desarrollados en el curso de Actualización de Conocimientos del Programa de Vialidad, aplicados para la ampliación y mejoramiento de la Carretera Cañete – Yauyos – Huancayo, enfocado entre las progresivas km 166+500 al km 166+800.

El primer capítulo rescata datos generales importantes del Estudio de Perfil, en el que se identificó las causas que generan el problema central, siendo éste la deficiente integración de los centros poblados del valle del Río Cañete con vía de flujo Lima –Huancayo y viceversa, proponiéndose como solución la ampliación de la vía a dos carriles para mejorar el flujo de tránsito de esta. Se toma como horizonte del proyecto 10 años para los cuales se propondrá un estudio de estabilidad de taludes y el diseño de pavimentos para soportar las solicitaciones de carga del tráfico proyectado. Además abarca un estudio Geológico – Geotécnico de la zona enfocándonos en los taludes rocosos en la margen izquierda de la vía.

En el segundo capítulo enfoca el estudio e identificación de canteras de materiales con propiedades físico mecánicas adecuadas para la construcción de las diferentes capas del pavimento, teniendo en cuenta las distancias medias de transporte favorables económicamente. Así mismo el estudio de fuentes de agua locales para certificar su calidad y uso en las diferentes acciones recomendadas.

El estudio de suelos, que desarrolla el tercer capítulo, abarca el estudio de la plataforma existente con la finalidad de calcular su capacidad de soporte actual sirviéndonos como dato inicial para el inicio del diseño de pavimento que soportaran las cargas vehiculares para el periodo proyectado.

Finalmente, el cuarto capítulo, basándose en el estudio geológico y geotécnico general, identifica zonas críticas previas y post intervención al corte de taludes rocosos existentes en la margen izquierda de la vía para la ampliación a dos carriles de esta, dando soluciones en relación a su estabilidad y a posibles desprendimientos de rocas posteriores.

LISTA DE CUADROS

CUADRO Nº 01

EVALUACION ECONOMICA DE ALTERNATIVAS 17

CUADRO Nº 02

UBICACIÓN DEL TRAMO EN ESTUDIO 18

CUADRO Nº 03

ENSAYOS DE LABORATORIO – CANTERA RUMICHACA I..... 24

CUADRO Nº 04

ENSAYOS DE LABORATORIO – CANTERA RUMICHACA II..... 25

CUADRO Nº 05

ENSAYOS DE LABORATORIO – CANTERA SAN BLAS..... 26

CUADRO Nº 06

CANTERAS IDENTIFICADAS 27

CUADRO Nº 07

RESULTADO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CANTERAS 27

CUADRO Nº 08

RESUMEN DE ENSAYOS QUIMICOS DE FUENTES DE AGUA 29

CUADRO Nº 09

RELACIÓN DE BOTADEROS..... 30

CUADRO Nº 10

DETALLE DE CALICATA EJECUTADA C-1..... 32

CUADRO Nº 11

ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS 32

CUADRO Nº 12

RESULTADOS DEL ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD..... 34

CUADRO Nº 13

CLASIFICACIÓN DE SUELOS..... 35

CUADRO N° 14

RESULTADOS ENSAYO DE PRÓCTOR MODIFICADO 36

CUADRO N° 15

RESULTADOS ENSAYO DE C.B.R. 36

CUADRO N° 16

RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO 37

CUADRO N° 17

C.B.R. REPRESENTATIVOS 39

CUADRO N° 18

NIVELES DE DRENAJE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO 44

CUADRO N° 19

VALORES DE m_i RECOMENDADOS PARA LOS COEFICIENTES DE CAPA MODIFICADOS DE MATERIALES DE BASE Y SUBBASE NO TRATADA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES 45

CUADRO N° 20

ESPESORES MÍNIMOS 47

CUADRO N° 21

VALORES DE FACTOR CAMIÓN 48

CUADRO N° 22

VARIACION ANUAL DEL PBI 49

CUADRO N° 23

CALCULO DE EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS 50

CUADRO N° 24

NIVELES DE CONFIABILIDAD SUGERIDOS 50

CUADRO N° 25

DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL 51

CUADRO N° 26

C.B.R. DE DISEÑO 52

CUADRO N° 27

ESPEORES DE CAPA ADOPTADOS..... 55

CUADRO N° 28

PROPIEDADES DEL MACIZO ROCOSO 68

CUADRO N° 29

PROPIEDADES GEOTECNICAS DE MATERIALES COLUVIALES Y
ALUVIALES..... 68

CUADRO N° 30

CRITERIOS PARA SELECCIONAR UN FACTOR DE SEGURIDAD PARA EL
DISEÑO DE TALUDES 69

CUADRO N° 31

RESULTADOS DEL ANALISIS DE ESTABILIDAD SIN PROYECTO..... 74

CUADRO N° 32

RESULTADOS DEL ANALISIS DE ESTABILIDAD CON PROYECTO 74

CUADRO N° 33

ESPEORES DE CAPA OFERTADOS..... 84

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 01

PLANO CLAVE – RUTA 22 19

GRÁFICO N° 02

MAPA GEOLOGICO REGIONAL 21

GRÁFICO N° 03

PERFIL ESTRATIGRÁFICO REPRESENTATIVO km 166+500 AL km 166+800
..... 38

GRÁFICO N° 04

SECCIÓN TÍPICA DEL PAVIMENTO 56

GRÁFICO N° 05

MÉTODOS DE CÁLCULO..... 60

GRÁFICO N° 06

MECANISMOS DE FALLA EN ROCAS..... 61

GRÁFICO N° 07

CASOS DE FALLAS PLANARES 63

GRÁFICO N° 08

ZONIFICACIÓN SÍSMICA DEL PERÚ..... 64

GRÁFICO N° 09

MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE MÁXIMA INTENSIDAD SÍSMICA 65

GRÁFICO N° 10

MAPA DE ISOACELERACIONES 66

GRÁFICO N° 11

ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUD ESTATICO SIN PROYECTO..... 70

GRÁFICO N° 12

ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUD SEUDOESTATICO SIN PROYECTO
..... 71

GRÁFICO N° 13

ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUD ESTATICO CON PROYECTO..... 72

GRÁFICO N° 14

ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUD SEUDOESTATICO CON PROYECTO
..... 73

GRÁFICO N° 15

SISTEMAS DE CONTENCION EN TALUDES 76

LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
MTC	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
TSB	Tratamiento Superficial Bicapa
VAN	Valor Actual Neto
TIR	Tasa Interna de Retorno
Vmd	Vertientes Montañosas Desérticas
Vac	Vertientes Aluviales de cultivo
MCCP	Mezclas de Concreto con Cemento Portland
EE	Eje Equivalente
R	Confiabilidad
PSI	Índice de Serviciabilidad Presente
M_r	Módulo Resiliente
CBR	California Bearing Ratio
Sn	Número Estructural
Z_R	Desviación Estándar Normal
W₁₈	Número estimado de ejes simples equivalentes a 8.2tn.
So	Error estándar
Δ PSI	Diferencia de serviciabilidad
a_i	Coficiente estructural de la capa "i"
D_i	Espesor de la capa "i"
m_i	Coficiente de drenaje de la capa gradual "i"
N.T.P.	Norma Técnica Peruana
A.S.T.M.	American Society for Testing and Materials

%W	Contenido de Humedad
M.D.S.	Máxima Densidad Seca
O.C.H.	Optimo Contenido de Humedad
I.R.I.	Índice de Rugosidad Internacional
S.U.C.S.	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el transporte de carga y de pasajeros en la carretera Cañete – Huancayo invierte un considerable número de horas debido a lo angosto de la vía, al trazo deficiente y al inadecuado estado de la superficie de rodadura. El número de horas para transitar por esta vía sería menor si la carretera se encontraría en buenas condiciones, con el ancho de vía necesario para facilitar la transitabilidad en ambos carriles, con un diseño geométrico eficiente y una superficie de rodadura adecuada respaldada por un paquete estructural debidamente diseñado para soportar las solicitaciones de carga de los vehículos. Mejorando las características anteriormente mencionadas, se daría mayor fluidez a los vehículos que transportan productos, reduciendo costos operativos y por ende reducción en los precios de venta de los productos, además de incrementar la seguridad vial.

El presente Informe de Suficiencia, considera que el mejoramiento de las características de la carretera se basa en la ampliación de la vía a dos carriles y en el mejoramiento estructural de la plataforma existente. La ampliación del ancho de la vía conlleva realizar cortes en los taludes de roca solida en la margen izquierda de la carretera, involucrando un estudio de taludes con finalidad de analizar su comportamiento previo y post a la intervención de ampliación. Para mejorar el soporte estructural de la plataforma existente se diseñará mediante la metodología AASHTO 1993 un pavimento capaz de atender satisfactoriamente las solicitudes de tránsito actuales y sus proyecciones hacia un horizonte de 10 años, brindando confort y seguridad a los usuarios de la vía.

CAPITULO I: ANTECEDENTES

1.1 RESUMEN DEL ESTUDIO DE PERFIL

1.1.1 Aspectos Generales

La carretera Cañete - Yauyos, forma parte de la Ruta N° 22 de la Red Vial Nacional. El mejoramiento de esta carretera se encuentra enmarcado dentro del programa de desarrollo vial "Proyecto Perú", el cual, Mediante Resolución Ministerial N° 223-2007-MTC-02, modificada por Resolución Ministerial N° 408-2007-MTC/02, se crea con la finalidad de mejorar las vías de integración de corredores económicos, conformando ejes de desarrollo sostenido con el fin de elevar el nivel de competitividad de las zonas rurales, en la Red Vial Nacional, Departamental y Vecinal.

Debido a que la actual capacidad vehicular de la carretera central está colapsada, esta carretera se proyecta como ruta alterna, con lo que se aligerará el tránsito vehicular y disminuirá el tiempo de viaje entre Lima (Cañete) y Huancayo, además de establecer la integración entre las localidades que atraviesa la carretera tales como la localidad de San Vicente de Cañete, Capillucas, Calachota, Magdalena, Tinco Huantan, Llapay, Alis, Tomas, Tinco Yauricocha, San Jose de Quero, Chachicocha, Collpa, Roncha y Chupaca.

1.1.2 Definición de las Causas y del Problema

1.1.2.1 Planteamiento de las Causas

Analizando el estado actual de la Carretera Cañete – Huancayo, podemos identificar las principales causas que inciden en el problema central que afecta a la carretera. Se lista a continuación las causas:

- Inadecuada infraestructura vial existente.
- Insuficiente mantenimiento frente a los ataques de fenómenos naturales.
- La no consideración como vía alterna de transporte, desvía el interés del gobierno regional de mejorar el nivel de servicio.

1.1.2.2 Planteamiento del Problema Central

Habiendo identificado y analizado las causas, estas nos llevan al planteamiento del problema central, siendo este la deficiente integración socio económica de los centros poblados del valle del Río Cañete con vía de flujo Lima –Huancayo y viceversa reflejándose en el bajo nivel socio económico actual de la población, así como en el bajo nivel de competencia en el mercado a nivel de exportación de productos de la zona.

1.1.3 Evaluación de Alternativas de Solución

Teniendo en cuenta el horizonte del proyecto es de 10 años, se plantea tres posibles alternativas de solución, las cuales mencionamos a continuación:

- ALTERNATIVA 1: Ampliación y Mejoramiento de los tramos a nivel de Afirmado.
- ALTERNATIVA 2: Ampliación y Mejoramiento de los tramos a nivel de tratamiento superficial bicapa de 2.0 cm de espesor.
- ALTERNATIVA 3: Ampliación y Mejoramiento a nivel de Carpeta Asfáltica de aproximadamente 2" de espesor.

1.1.4 Análisis de la Demanda

La demanda está definida por la cantidad de vehículos que transitan y transitarán por la carretera en estudio, para el caso particular de este Informe se ubica en el sector denominado Zona 4 la cual abarca el tramo km 166+500 al 166+800 en estudio, es así que es importante determinar el tránsito actual y su proyección para 10 años.

El IMDa actual para el año 2009 es de aproximadamente 139 Veh/día. Las proyecciones de tránsito considerados son: el tráfico normal y el tráfico generado. Siendo el tráfico normal el crecimiento del volumen de vehículos sin que necesariamente se ejecute el proyecto y el tráfico generado es el volumen de tráfico inducido por la ejecución del proyecto.

1.1.5 Evaluación Social

Se ha considerado un horizonte de evaluación de 10 años y una tasa social de descuento del 11%. Los costos del proyecto han sido convertidos a precios

sociales mediante factores de conversión. Para determinar la rentabilidad social del proyecto se ha utilizado el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR). Se presenta a continuación los resultados obtenidos de las tres alternativas propuestas como solución:

CUADRO N° 01
EVALUACION ECONOMICA DE ALTERNATIVAS

Año	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
	Flujo Neto	Flujo Neto	Flujo Neto
2009	-30,069,101	-31,837,871	-35,375,412
2010	-30,069,101	-31,837,871	-35,375,412
2011	14,035,855	17,317,585	19,319,876
2012	15,130,289	18,670,357	20,835,576
2013	16,315,123	20,134,868	22,476,473
2014	17,597,825	21,720,348	24,252,908
2015	18,986,477	23,436,788	26,176,076
2016	20,489,832	25,295,006	28,258,098
2017	22,117,365	27,306,713	30,512,095
2018	23,879,331	29,484,587	32,952,273
2019	25,786,836	31,842,353	35,594,008
VAN (11%)	34,521,403	52,643,298	59,132,027
TIR (%)	21.9	26.0	26.1

De los resultados obtenidos en la evaluación social, se puede indicar que el proyecto es rentable socialmente inicialmente para las tres alternativas evaluadas. Se hace la elección basándonos en el segundo indicador, el TIR, que para la Alternativa 2 y 3 no difieren mucho. Para estas dos alternativas, se opta por la Alternativa 2, que corresponde a una Ampliación y Mejoramiento con una superficie de rodadura con tratamiento superficial bicapa (TSB) de espesor aproximado de 2 cm, basándonos en que el costo del TSB es mucho menor que el de la carpeta asfáltica, tanto en el tema constructivo como en el tema de mantenimiento rutinario y periódico.

1.2 OBJETIVO DEL PROYECTO

1.2.1 Objetivo General

El objetivo general del proyecto es la ampliación del ancho de vía a dos carriles, direccionando esta ampliación de vía hacia los taludes rocosos existentes lo cual

implicará realizar cortes y hacer un estudio de estabilidad de taludes; adicionalmente lograr un incremento estructural de la vía existente que soporte las solicitaciones de carga, mediante un adecuado diseño de pavimento el cual ayudará a mitigar el problema planteado.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Realización de un diseño geométrico adecuado, definiendo un eje proyectado que nos permitirá delimitar los cortes en los taludes rocosos a ejecutar, para obtener la ampliación a dos carriles de la vía.
- Estudio de la plataforma existente con la finalidad de calcular la capacidad de soporte estructural actual, permitiéndonos realizar un diseño de pavimentos adecuado en base al número estructural requerido.

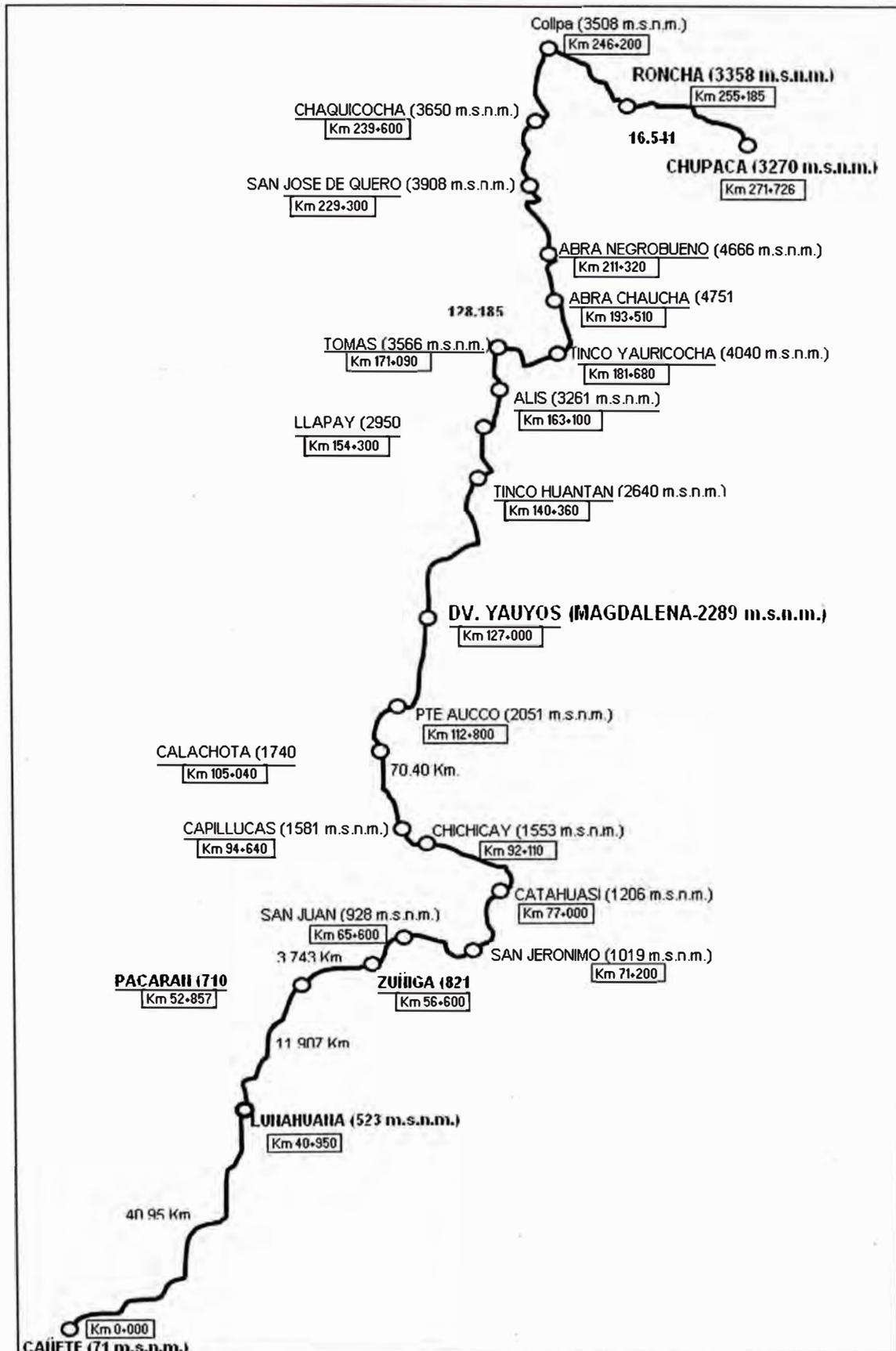
1.3 UBICACIÓN

El tramo en análisis que abarca del km 166+500 al km 166+800, está comprendido dentro de La carretera Cañete – Huancayo que forma parte de la Ruta N° 22 de la Red Vial Nacional, abarcando las Provincias de Cañete y Yauyos en Lima, Concepción y Chupaca en Junín, y tiene su ámbito de influencia en un entorno de 2.5km a ambos lados de la vía existente abarcando diversos Distritos y poblados.

CUADRO N° 02
UBICACIÓN DEL TRAMO EN ESTUDIO

Departamento / Región:	Lima
Provincia:	Yauyos
Distrito:	Alis
Localidad:	Alis
Región Geográfica:	Sierra(x)
Altitud:	Aprox. 3250 m.s.n.m.
Coordenadas:	415104.189 E; 8643315.183 N (km 166+500)
	415323.100 E; 8651929.079 N (km 166+800)

GRÁFICO Nº 01 PLANO CLAVE – RUTA 22



1.4 ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

1.4.1 Orientación del Estudio

Está orientado a la identificación y comportamiento preliminar de las formaciones rocosas por las cuales atraviesa el eje proyectado de la vía, con la finalidad primordial de identificar sectores críticos, en referencia a los taludes existentes en la margen izquierda de la vía, que nos servirá como punto de inicio para el desarrollo del Estudio de Estabilidad de Taludes.

1.4.2 Geomorfología

Según fuentes bibliográficas y lo visto en la visita de campo, la geomorfología que presenta, muestro el Tramo comprendido entre las progresivas 166+500 al 166+800, el cual se desarrolla sobre una altitud aproximada de 3 250 msnm, presenta dos unidades que son:

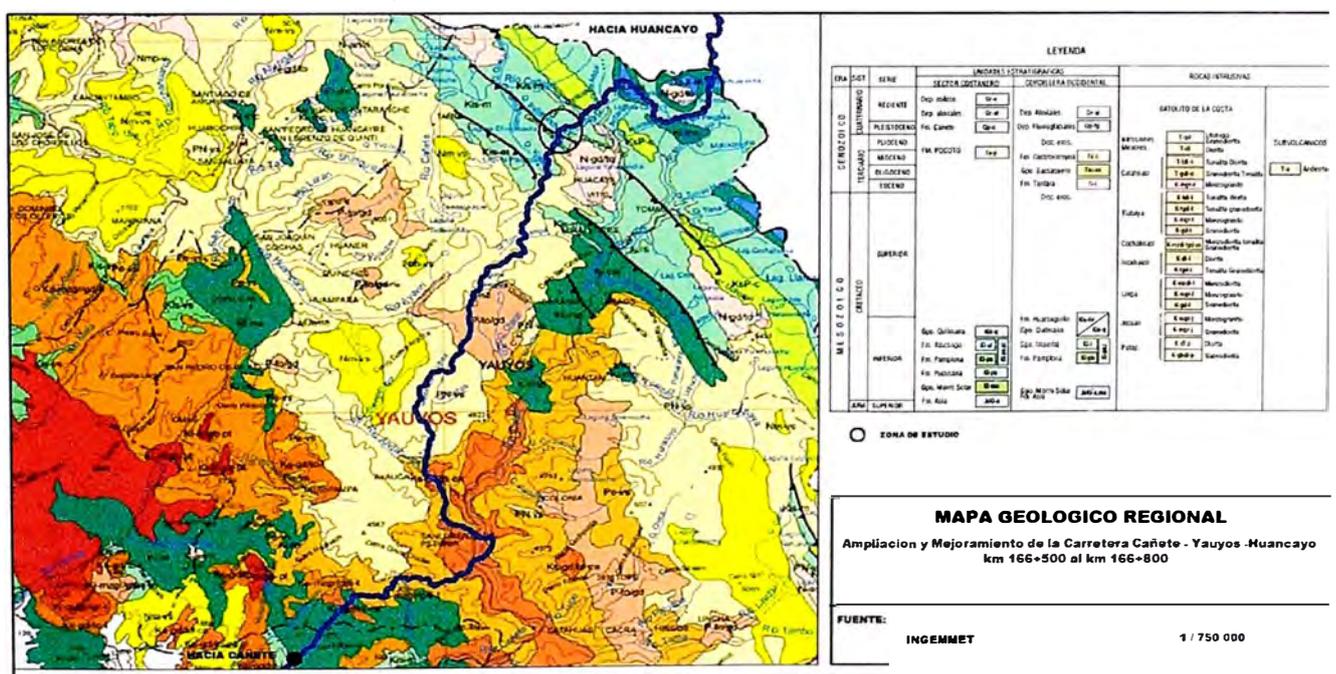
- Vertientes montañosas desérticas (Vmd), que son vertientes principalmente rocosas, salvo sectores aislados donde presenta zonas de de materiales coluviales medianamente compactados y/o estabilizados con el tiempo, de acuerdo a la zona donde se diseñará nuestra carretera, observamos al otro lado del rio materiales aluviales, esta zona se caracteriza por la presencia de lluvias continuas en los meses de diciembre a febrero, presentándose precipitaciones esporádicas el resto del año. Debido a estas precipitaciones eventuales se observó la filtración de aguas pluviales desde la parte superior de los taludes rocosos que nos hace suponer infiltraciones en el macizo creando un agente más desestabilizante, el cual debe de ser tomado en cuenta al momento de realizar los estudios de estabilidad.
- Valles aluviales de cultivos intensivos (Vac), Que en la zona de estudio constituyen terrenos llanos de pendiente 2% y están constituidos de materiales aluviales de los antiguas cauces de los ríos principales. La naturaleza de sus suelos es de alta productividad, y como disponen de infraestructura de riego son terrenos cultivados intensivamente. Son ambientes plenamente estables.

1.4.3 Geología del Área de Estudio

Según el Boletín N° 69 Serie "A" del INGEMMET, las formaciones geológicas expuestas entre Alis y Tomas son las que se describen a continuación:

- Formaciones Pariatambo – Chulec: Que están compuestas de bloques volcánicos sedimentarios que quedó como elemento estructural de la Cordillera Occidental, ubicado al este del Batolito. Tanto el Batolito como la formación Quilmaná, constituyen el frente montañoso de la Cordillera Occidental, ubicado sobre las llanuras costeras.
- Formación Jumasha: Que está conformada por roca del tipo andesítico, el mismo que presenta colores gris verdosos y textura porfirítica. Tiene un direccionamiento noroeste, en contacto con el Batolito de la Costa; por intemperismo adquieren tonalidades pardas rojizas a amarillentas y en algunos casos oscuros. Esta unidad presenta seudo estratificaciones, visibles en algunos sectores del área de estudio, formando colinas de pendiente moderada a abrupta, de rocas fija y con escasa cobertura eólica.
- Depósitos Cuaternarios: Están conformados de depósitos coluviales, escombros y deslizamientos. Estos depósitos se encuentran bien expuestos en la zona de Alis. Están ubicadas a la margen izquierda de nuestro tramo y en especial de nuestro sector crítico en el km 166+590, presenta un talud que en la parte superior tiene rocas graníticas con contenido de cuarzo, las cuales las hace más duras, y en la parte inferior rocas sedimentarias: areniscas grises carbonosas algo oscuras con alto contenido de piritita (Ver Anexo 08).

GRÁFICO Nº 02
MAPA GEOLOGICO REGIONAL



1.4.4 Tectónica

Las rocas sedimentarias del área han sido plegadas y falladas cuyos planos de falla y eje de los pliegues cruzan el eje del río con rumbo notable nor-oeste.

1.4.5 Geodinámica Externa

La influencia externa de los fenómenos naturales en el área de estudio presentan las siguientes características:

- Los taludes naturales de moderada pendiente de las laderas, presentan desprendimientos naturales, estos fenómenos se activan mayormente en temporadas de alta precipitación.

CAPITULO II

ESTUDIO DE CANTERAS Y FUENTES DE AGUA

2.1 ESTUDIO DE CANTERAS

2.1.1 Trabajos de Campo

La ubicación de canteras es muy importante para la construcción de una carretera, por ello es que en este estudio de canteras se ubicaran materiales adecuados para el empleo en las diferentes capas del pavimento y obras de arte proyectadas para la ampliación y mejoramiento de la carretera.

El estudio de Canteras se ha realizado siguiendo lineamientos necesarios que nos guíen al hallazgo de un material de buenas características físico – mecánicas que cumplan con los requerimientos de las Especificaciones Técnicas de Servicio que rigen la obra. En campo se han ejecutado los siguientes trabajos:

- Se ha realizado preliminarmente un reconocimiento a lo largo del tramo.
- Se ha verificado las áreas de influencia cercanas, quebradas, cauces secos, y todos los lugares que pudiesen acusar la existencia de materiales sedimentarios o volcánicos en el subsuelo y zonas que geológicamente pudieran ser fuentes de rocas en descomposición o de materiales granulares aparentes para construcción de las capas del pavimento y obras de concreto.
- Se ha localizado Canteras con un fácil acceso, fácil explotación y mínimas distancias de acarreo a la obra.
- Una vez localizadas las Canteras se ha realizado las prospecciones (calicatas) y muestreo, delimitando el área de explotación mediante levantamiento topográfico y calculado su potencia.

Los tipos de obras a ejecutar en el proyecto se basan principalmente en:

- Capas Granulares (Conformación de terraplenes, Subbase y Base).
- Tratamientos Superficiales Bicapa (TSB).
- Mezclas de Concreto con Cemento Pórtland (MCCP).

2.1.2 Identificación de Canteras

En el tramo km 166+500 al km 166+800 se han ubicado y seleccionado un total de 3 canteras, tomando en cuenta las obras requeridas a ejecutar para identificación de materiales adecuados, y la proximidad de estas al tramo en ejecución, lo cual nos reducirá la distancia media de transporte. El material predominante de estas canteras es granular, con escaso material fino (pasante de la malla N° 200), no plásticos a baja plasticidad y con buena capacidad de soporte (CBR), cuyos valores superan el 30%.

A continuación detallamos las características físico – mecánicas generales de los materiales encontrados en las canteras seleccionadas:

Cantera Rumichaca I

Se ubica en la progresiva km 136+200 a la margen izquierda de la carretera con un acceso de 70 m. Presenta un área de 52 500 m² con un espesor de banco explotable de 2 m y un volumen de 105 000 m³. Para la verificación de las características físico mecánicas del material del banco existente se han realizado cinco (05) calicatas con profundidades de 0.00 a 3.00 m. A continuación detallamos cada calicata:

CUADRO N° 03

ENSAYOS DE LABORATORIO – CANTERA RUMICHACA I

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % QUE PASA				LÍMITES DE ATTERBERG %			CLASIFICACION DE SUELOS	
			N° 4	N° 10	N° 40	N° 200	L.L.	L.P.	I.P.	SUCS	AASHTO
CR - 2	M - 1	0.00 - 1.50	54.4	40.2	23.2	14.9	22.2	12.8	9.4	GC	A-2-4 (0)
CR - 5	M - 2	0.80 - 1.70	50.6	37.2	21.2	11.0	22.0	15.3	6.7	GW - GC	A-2-4 (0)
CR - 6	M - 2	0.70 - 1.50	27.1	16.2	9.0	4.9	24.2	15.9	8.3	GP	A-2-4 (0)
CR - 8	M - 2	0.90 - 3.00	43.9	31.2	18.4	6.4	23.2	15.5	7.7	GW - GC	A-2-4 (0)
CR - 9	M - 2	0.70 - 1.40	64.3	39.4	15.5	6.7	19.4	13.6	5.8	SW - SC	A-1a (0)

El material predominante de esta cantera es granular, con partículas angulosas a subangulosas con una escasa presencia de finos. Presenta clasificación SUCS para sus diferentes estratos: GP, GC, GW-GC, SW-SC y clasificación AASHTO A-1a (0), A-2-4(0), presentando una distribución granulometría PROMEDIO de:

Material que pasa N° 200	8.8%
Material que pasa N° 40	17.5%
Material que pasa N° 10	32.8%
Material que pasa N° 4	48.1%

Como característica mecánica resistente, el material representativo de la calicata CR-8 presenta una densidad máxima de 2.223 gr/cm³ y una humedad óptima de 7.8% según el ensayo de Próctor Modificado. El valor del soporte de material según el ensayo de CBR es de 54% para una penetración al 0.1" compactado al 95% de la MDS. Presenta un IP promedio de 7.6%.

De lo técnicamente descrito con anterioridad y presentando ensayos especiales satisfactorios que cumplen con las Especificaciones Técnicas del Proyecto, esta cantera se propone como apta principalmente como material de relleno y subbase.

Cantera Rumichaca II

Se ubica en la progresiva km 136+800 a la margen izquierda de la carretera con un acceso de 80 m. Presenta un área de 52 000 m² con un espesor de banco explotable de 1.80 m y un volumen de 93 600 m³. Para la verificación de las características físico mecánicas del material del banco existente se han realizado cuatro (04) calicatas con profundidades de 0.20 a 2.00 m. A continuación detallamos cada calicata:

CUADRO N° 04
ENSAYOS DE LABORATORIO – CANTERA RUMICHACA II

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % QUE PASA				LÍMITES DE ATTERBERG %			CLASIFICACION DE SUELOS	
			N° 4	N° 10	N° 40	N° 200	L.L.	L.P.	I.P.	SUCS	AASHTO
CR-1	M - 2	0.40 - 2.00	35.3	18.1	11.1	7.1	29.2	20.9	8.3	GP-GC	A-2-4 (0)
CR-2	M - 2	0.40 - 1.80	45.0	32.8	15.6	8.6	26.8	18.8	8	GW - GC	A-2-4 (0)
CR-3	M - 2	0.20 - 1.50	41.3	29.1	16.1	9.4	20.2	15.3	4.9	GP - GC	A-1a (0)
CR-5	M - 2	0.20 - 1.50	39.8	24.6	9.3	4.1	25.8	NP	NP	GW	A-1a (0)

El material predominante de esta cantera es granular, con partículas angulosas a subangulosas con una escasa presencia de finos de mediana plasticidad a no plásticos. Presenta clasificación SUCS para sus diferentes estratos: GP-GC, GW-GC, GW y clasificación AASHTO A-1a (0), A-2-4(0), presentando una distribución granulometría PROMEDIO de:

Material que pasa N° 200	7.3%
Material que pasa N° 40	13.0%
Material que pasa N° 10	26.2%
Material que pasa N° 4	40.4%

Como característica mecánica resistente, el material representativo de la calicata CR'-5 presenta una densidad máxima de 2.248 gr/cm³ y una humedad óptima de 7.2% según el ensayo de Próctor Modificado. El valor del soporte de material según el ensayo de CBR es de 58% para una penetración al 0.1" compactado al 95% de la MDS. Presenta un IP promedio de 7.1%.

De lo técnicamente descrito con anterioridad y presentando ensayos especiales satisfactorios que cumplen con las Especificaciones Técnicas del Proyecto, esta cantera se propone como apta principalmente como material de subbase y base.

Cantera San Blas

Se ubica en la progresiva km 234+500 a la margen izquierda de la carretera con un acceso de 600 m. Presenta un área de 180 000 m² con un espesor de banco explotable de 2 m y un volumen de 540 000 m³. Para la verificación de las características físico mecánicas del material del banco existente se han realizado cinco (05) calicatas con profundidades de 0.00 a 3.00 m. A continuación detallamos cada calicata:

CUADRO Nº 05
ENSAYOS DE LABORATORIO – CANTERA SAN BLAS

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % QUE PASA				LÍMITES DE ATTERBERG %			CLASIFICACION DE SUELOS	
			Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 200	L.L.	L.P.	I.P.	SUCS	AASHTO
CSB - 1	M - 2	0.20 - 3.00	88.4	77.8	49.2	28.2	23.9	15.5	8.4	SC	A-2-4 (0)
CSB - 2	M - 2	0.20 - 3.00	51.4	39.0	22.5	10.3	----	NP	NP	GW - GM	A-1a (0)
CSB - 3	M - 2	0.20 - 3.00	49.6	34.9	22.3	15.1	34.0	25.9	8.1	GM	A-2-4 (0)
CSB - 4	M - 2	0.20 - 3.00	50.0	40.7	29.8	23.0	35.9	22.6	13.3	GC	A-2-6 (0)
TALUD	M - 1	0.00 - 0.50	33.4	25.1	17.4	12.9	28.5	21.7	6.8	GC - GM	A-2-4 (0)

El material predominante de esta cantera es agregado, con partículas angulosas a subangulosas con arenas y bajo porcentaje de finos, entre no plástico a medianamente plástico. Presenta clasificación SUCS para sus diferentes estratos: GW-GM, GM, GC, GC-GM y clasificación AASHTO A-1a (0), A-2-4(0), A-2-6(0) y presentando una distribución granulometría PROMEDIO de:

Material que pasa Nº 200	17.9%
Material que pasa Nº 40	28.2%
Material que pasa Nº 10	43.5%
Material que pasa Nº 4	54.5%

Como característica mecánica resistente, el material representativo de la calicata CSB-2 presenta una densidad máxima de 2.172 gr/cm³ y una humedad óptima de 8.5% según el ensayo de Próctor Modificado. El valor del soporte de material según el ensayo de CBR es de 65% para una penetración al 0.1” compactado al 95% de la MDS. Presenta un IP promedio de 9.2%.

De lo técnicamente descrito con anterioridad y presentando ensayos especiales satisfactorios que cumplen con las Especificaciones Técnicas del Proyecto, esta cantera se propone como apta principalmente como material de uso principalmente en concreto de cemento y TSB.

El Cuadro N° 06 “Canteras Identificadas”, nos muestra un listado de los usos, volumen, tipo de material, disponibilidad y acceso de las canteras identificadas para el tramo.

CUADRO N° 06
CANTERAS IDENTIFICADAS

CANTERA	PROGRESIVA	ACCESO	USO	VOLUMEN	TIPO	DISPONIBILIDAD
Rumichaca I	136+200 LI	70 m	SB, R	105 000 m ³	Granular	Todo el año
Rumichaca II	136+800 LI	80 m	SB, B	93 600 m ³	Granular	Todo el año
San Blas	234+500 LI	600 m	MCCP, TSB	540 000 m ³	Agregados	Todo el año

El Cuadro N° 07 “Resultado de Ensayos de Materiales de Canteras”, muestra los resultados obtenidos de los ensayos realizados a los materiales de muestra tomados de las calicatas representativas en cada cantera en la etapa de exploración y estudio. En el Anexo N° 04, se adjunta un resumen de los ensayos físico –mecánicos y químicos realizados a los materiales de las canteras identificadas y el “Diagrama de Canteras y Fuentes de Agua” está dispuesto en el Anexo 09.

CUADRO N° 07
RESULTADO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CANTERAS

Cantera	Progresiva	Calicata	Tipo de Suelo	Limites de Consistencia		Próctor		CBR 1” al 95%
				LL	IP	MDS	Opt. Humedad	
Rumichaca I	136+200 LI	CR - 8	GW - GC	23.2	5.3	2.223	7.8	54
Rumichaca II	136+800 LI	CR’- 5	GW	25.8	5.7	2.248	7.2	58
San Blas	234+500 LI	CSB - 2	GW-GM	---	N.P.	2.172	8.5	65

2.1.3 Recomendaciones Generales Para las Canteras Identificadas

- Se recomienda que el acopio de los materiales de las canteras de río se efectúe con la debida anticipación, preferentemente en épocas de estiaje, para evitar la subida del nivel del agua.
- En todas las canteras localizadas, deberá eliminarse el material orgánico superficial (vegetación y materiales inadecuados), en un espesor de acuerdo a cada caso.
- En el caso de Mezclas de Concreto con Cemento Pórtland (MCCP), se recomienda fabricar probetas o testigos de concreto con diferentes relaciones de agua-cemento, de acuerdo a la resistencia solicitada, a fin de elegir la dosificación adecuada.
- Para incrementar el rendimiento de las canteras y el agregado resultante cuente con las características idóneas, deberá triturarse el agregado grueso, previamente zarandeado, separado de la arena, para cada uno de los usos y tratamientos principalmente para el concreto con cemento y el TSB.
- Para la fabricación de Mezclas de Concreto con Cemento Pórtland se debe considerar el lavado de la arena y adición de arena de trituración con fines de incrementar el equivalente de arena y el Módulo de Fineza y adecuarse al Huso granulométrico ASTM C-33.
- Verificar los Diseños de Mezclas frecuentemente, con los agregados triturados en obra con fines de realizar los ajustes necesarios.

2.2 FUENTES DE AGUA

2.2.1 Trabajo en Campo e Identificación de Fuentes

Las aguas certificadas y de buena calidad a utilizar en los diferentes trabajos recomendados en el estudio, se ubican cercanos al tramo de la obra y son los puntos de agua más significativos y que llevan considerable caudal en todo el año para satisfacer la demanda diaria de los diferentes tipos de obras a ejecutar. Las aguas recomendadas para las diferentes obras a ejecutar en el tramo provienen de la siguiente fuente:

Fuente de Agua Río Alis

Ubicado aproximadamente en el km 160+500 a la margen derecha de la carretera, cercana a la localidad de Alis. Presenta un tipo de caudal apreciable de continuidad a lo largo de todo el año. Tiene un acceso de 150 m de longitud.

2.2.2 Ensayos Químico de Laboratorio

Con la finalidad de determinar la existencia de sales solubles, sulfatos y sustancias nocivas, que puedan atacar la estructura del pavimento y obras de concreto con cemento Pórtland (MCCP), se efectuaron los siguientes ensayos químicos en los agregados y muestras de agua bajo la Norma Técnica peruana NTP 339.088:

- PH **MTC E 716, NTP 339.088**
- Cloruros **NTP 339.088**
- Sulfatos **NTP 339.088**
- Sales Solubles Totales **NTP 339.088, ASTM D-1889**

El Cuadro N° 08 "Resumen de Ensayos Químicos de Fuentes de Agua", presenta los resultados de los diferentes ensayos realizados en la fuente de agua identificada exclusivamente para nuestro tramo.

CUADRO N° 08

RESUMEN DE ENSAYOS QUIMICOS DE FUENTES DE AGUA

FUENTE	PROGRESIVA	pH	CL ⁻¹	SO ₄ ⁻²	S.S.T.	M.O
Rio Alis	160+500	7.22	35.46	48.03	510.00	0.00

Las Fuentes de Agua indicadas cuentan con certificados que fueron analizadas químicamente, y los resultados indican que cumplen con los requerimientos para emplearlas en obras de Concreto de Cemento Pórtland, según la Norma Técnica NTP 339.088.

La ubicación de las Fuentes de Agua se esquematizan en el "Diagrama de Canteras y Fuentes de Agua" del Estudio, en el Anexo 09.

2.3 BOTADEROS

Se realizó una inspección visual de campo para la identificación de zonas propicias ambientalmente como en cuestiones de capacidad de almacenamiento, con la finalidad de utilizarlos como botaderos de materiales excedentes de la obra.

El Cuadro N° 09 "Relación de Botaderos" lista las zonas con las características anteriormente mencionadas y que se encuentran más próximos al tramo del proyecto.

**CUADRO N° 09
 RELACIÓN DE BOTADEROS**

UBUCACIÓN	LADO	DIMENSIONES (m)			VOLUMEN
		LARGO	ANCHO	ALTO	
181+000	D	1 500	200	1.20	360 000

La ubicación del botadero se esquematiza en el "Esquema de Ubicación de Botaderos" del Estudio, en el Anexo 09.

CAPITULO III

ESTUDIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

3.1 ESTUDIO DE SUELOS

3.1.1 Objetivo

El objetivo fundamental es analizar los tipos de suelos que se presentan por debajo de la superficie granular actual a lo largo del trazo de la carretera, con el fin de determinar sus características físico-mecánicas relacionadas a su soporte estructural, establecer las zonas críticas que pudieran ofrecer condiciones desfavorables en el comportamiento del futuro pavimento, estos estudios se han realizado, entre otras cosas, para fines de diseño del pavimento.

3.1.2 Descripción Actual de la Vía

El tramo comprendido entre las progresivas km 166+500 al km 166+800, actualmente presenta una superficie de rodadura a nivel de trocha, conformada en sus primeros 0.40m por gravas mal gradadas con una capacidad de soporte alta, se encuentran consolidadas por el paso del tráfico a través del tiempo.

3.1.3 Evaluación Estructural de la Vía

Para evaluar los materiales que componen el actual terreno de fundación de la vía, que servirá de soporte para el pavimento proyectado, se han realizado prospecciones destructivas a cielo abierto: calicatas.

3.1.4 Trabajos de Campo

Con la finalidad de evaluar los suelos conformantes de la plataforma existente, en la visita de campo al tramo en estudio se procedió a tomar muestras de materiales mediante la excavación de calicatas. Se tomo muestras de suelos de los diferentes estratos encontrados a una profundidad de 1.20 m del nivel de la superficie existente.

Con la finalidad de corroborar los datos del estudio de suelos ya existentes del estudio de pre inversión a nivel de factibilidad, realizado por el Provias Nacional, se realizó la ejecución de una calicata C-1 representativa del tramo

aproximadamente en la parte central y lado izquierdo de la vía. La ubicación (progresiva, lado), número de muestra, profundidad y descripción de las calicatas se presentan en el *Cuadro N° 10* "Detalle de Calicatas Ejecutadas".

CUADRO N° 10
DETALLE DE CALICATA EJECUTADA C-1

ITEM	DESCRIPCION	ESTACA	LADO	PROFUNDIDAD
1	Muestra C-1 / M-1	166+680	Izquierdo	0.00 – 0.40 m
2	Muestra C-1 / M-2	166+680	Izquierdo	0.40 – 1.20 m

Tal y como muestra el cuadro anterior, se diferencié en forma visual la diferencia de 2 estratos a una profundidad de 1.20m de la superficie existente, de las cuales se tomó muestras (M-1 y M-2) las cuales fueron almacenadas correctamente para ser trasladadas a un laboratorio certificado para la realización de ensayos que nos permitan conocer sus características físico – mecánicas.

3.1.5 Ensayos a las Muestras de Suelo

Las muestras disturbadas extraídas en la investigación de campo, fueron procesadas en un Laboratorio de Mecánica de Suelos, empleando las normas ASTM y MTC vigentes para los casos pertinentes. El *Cuadro N° 11* "Ensayos de Mecánica de Suelos", lista los ensayos ejecutados.

CUADRO N° 11
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO	USO	NORMA
Contenido de humedad	Clasificación	MTC E 108 (ASTM-D-2216)
Análisis Granulométrico	Clasificación	MTC E 107 (ASTM-D-422)
Límite Líquido	Clasificación	MTC E 110 (ASTM-D-423)
Límite Plástico	Clasificación	MTC E 111 (ASTM-D-424)
Próctor Modificado	Diseño espesores	MTC E 115 (ASTM D-1557)
CBR	Diseño espesores	MTC E 132 (ASTM-D-1883)
Clasificación de SUCS	Clasificación	ASTM-D-2487
Clasificación AASHTO	Clasificación	ASTM D-3282

A continuación se realiza un breve resumen explicativo individual de cada uno de los ensayos realizados a las muestras tomadas, con la finalidad de interpretación de los resultados obtenidos en cada uno de ellos.

3.1.5.1 Análisis Granulométrico (ASTM D-422)

La granulometría es la distribución de partículas de un suelo de acuerdo a su tamaño, que se determina mediante el tamizado o paso del agregado por mallas de distinto diámetro hasta el tamiz N° 200 (diámetro 0.074 mm), considerándose el material que pasa por dicha malla en forma global. Para conocer su distribución granulométrica por debajo de ese tamiz se hace el ensayo de sedimentación. El análisis granulométrico deriva en la denominada curva granulométrica, donde se plotea el diámetro de tamiz versus el porcentaje acumulado que pasa o que retiene el mismo de acuerdo al uso que se le quiera dar al material en estudio.

3.1.5.2 Límite Líquido (ASTM D-423) y Límite Plástico (ASTM D-424)

Se conoce como plasticidad de un suelo a la capacidad que posee este al moldeado. Esta depende de la cantidad de arcilla que contiene el material que pasa la malla N° 200, debido a que es este material el que actúa como ligante.

Un material, de acuerdo al contenido de humedad que posee, pasa por tres estados definidos: líquidos, plásticos y secos. Cuando el agregado tiene determinado contenido de humedad en la cual no puede ser moldeable, se dice que está en estado semilíquido. Conforme se le va quitando agua, llega un momento en que el suelo, sin dejar de estar húmedo comienza a adquirir una consistencia que permite moldearlo o hacerlo trabajable, por lo que se dice que está en estado plástico.

Al continuar quitándole agua al material, llega un momento en que el material pierde su trabajabilidad y se cuarteo al tratar de moldearlo, entonces se dice que está en estado semi seco.

El contenido de humedad en el cual el material pasa del estado semilíquido al plástico es el Límite Líquido, y el contenido de humedad en el que el material pasa del estado plástico al semi seco es el Límite Plástico.

3.1.5.3 Contenido de Humedad Natural (ASTM D-2216)

El contenido de humedad de una muestra indica la cantidad de agua que esta contiene, expresándola en porcentaje del peso del agua que contiene entre el peso del material seco. En cierto modo este valor es relativo, porque depende de las condiciones atmosféricas a las que está expuesto el material.

Entonces lo conveniente es realizar este ensayo y trabajar casi inmediatamente con este resultado, para evitar distorsiones al momento de realizar los cálculos.

Con los resultados del contenido de humedad, se presenta el *Cuadro N° 12* "Resultados del Ensayo de Contenido de Humedad"

CUADRO N° 12
RESULTADOS DEL ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

DESCRIPCION	ESTACA	LADO	PROFUNDIDAD	%W
Muestra C-1 / M-1	166+680	Izquierdo	0.00 – 0.40 m	7.20
Muestra C-1 / M-2	166+680	Izquierdo	0.40 – 1.20 m	5.80

3.1.5.4 Clasificación de Suelos SUCS (ASTM D-2487) y AASHTO (ASTM D-3282)

Los diferentes tipos de suelos son definidos por el tamaño de las partículas que presentan. Frecuentemente se encuentran en combinaciones de uno o más materiales diferentes, como por ejemplo: arenas, gravas, limo, arcillas, etc. La determinación del rango de tamaño de las partículas es según la estabilidad del tipo de ensayo para la determinación de los límites de consistencia.

Uno de los sistemas de clasificación de suelos más usados, es el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el cual clasifica al suelo en 15 grupos identificados por nombres y términos simbólicos.

El sistema de calificación para construcción de carreteras AASHTO, es también usado de manera general. Los suelos también pueden ser clasificados en grandes grupos, pueden ser porosos, de grano grueso o fino, granular o no granular y cohesivos, no cohesivos y semi cohesivos.

Con los resultados del análisis granulométrico, se presenta el *Cuadro N° 13* "Clasificación de Suelos", que resume los resultados principales de los materiales ensayados de acuerdo a la clasificación SUCS y AASHTO.

CUADRO N° 13
CLASIFICACIÓN DE SUELOS

DESCRIPCION	ESTACA	LADO	PROFUNDIDAD	SUCS	AASHTO
Muestra C-1 / M-1	166+680	Izquierdo	0.00 – 0.40 m	GP-GM	A-1-a
Muestra C-1 / M-2	166+680	Izquierdo	0.40 – 1.20 m	GC	A-2-6(0)

3.1.5.5 Ensayo de Próctor Modificado (ASTM D-1557)

Se efectúa para determinar el óptimo contenido de humedad, para la cual se consigue la máxima densidad seca del material con una compactación determinada. Este ensayo se debe de realizar antes de usar el material en pista, para saber qué cantidad de agua se debe de agregar o quitar para obtener un porcentaje de compactación solicitado.

Con este procedimiento de compactación se estudia la influencia que ejerce en el proceso, el contenido inicial de agua en el material, encontrando que tal valor es de suma importancia para lograr un buen grado de compactación. En efecto se observa que a contenidos de humedad crecientes se obtienen valores altos de pesos específicos secos y por lo tanto mejores compactaciones del material, esta tendencia no se mantiene ya que al sobrepasar cierto valor de contenido de humedad del suelo, los pesos específicos empiezan a disminuir y por ende disminuyen los porcentajes de compactación. De lo anteriormente mencionado podemos deducir que, para un material dado existe una humedad denominada “óptima”, que produce el máximo peso específico seco (MDS) que se puede lograr mediante la compactación.

El aumento del contenido de humedad, disminuye la tensión capilar del agua haciendo que una misma energía de compactación produzca mejores resultados, pero si el contenido de agua es en exceso, al grado de llenar todos los vacíos del material, esta impide una buena compactación, puesto que no puede desplazarse instantáneamente bajo los impactos de energía.

El Cuadro N° 14 “Resultados Ensayo de Próctor Modificado”, presenta las características mecánicas de los suelos, dándonos información sobre el contenido de humedad óptimo del material para lograr valores altos de compactación.

CUADRO N° 14
RESULTADOS ENSAYO DE PRÓCTOR MODIFICADO

DESCRIPCION	ESTACA	PROFUNDIDAD	SUCS	MDS	OCH
Muestra C-1 / M-1	166+680	0.00 – 0.40 m	GP-GM	2.221	6.80
Muestra C-1 / M-2	166+680	0.40 – 1.20 m	GC	2.157	7.60

3.1.5.6 Ensayo de C.B.R. (ASTM D-1883)

Nos reporta la capacidad de soporte al esfuerzo cortante de un determinado material bajo condiciones de densidad y humedad, cuidadosamente controladas. El ensayo CBR mide la carga necesaria para penetrar un pistón de dimensiones determinadas a una velocidad previamente fijada en una muestra compactada de suelo después de haberla sumergido en agua durante cuatro días y de haber medido su hinchamiento. El hecho de sumergir la muestra se debe a que así podemos prever la hipotética situación de acumulación de humedad en el suelo después de la construcción. Por tanto después de haber compactado el suelo y de haberlo sumergido, lo penetramos con un pistón que nos permitirá generar una gráfica donde se representa la carga respecto la profundidad a la que ha penetrado el pistón dentro de la muestra. Una vez tenemos la gráfica miramos los valores de la carga que soportaba el suelo cuando el pistón se había hundido 2.5 mm y 5mm y los expresamos en tanto por ciento

El *Cuadro N° 15* “Resultados de Ensayos de C.B.R.”, presenta características mecánicas provenientes del ensayo de Próctor y con estos valores se calculan la capacidad de soporte que permitirá el diseño de la estructura del pavimento.

CUADRO N° 15
RESULTADOS ENSAYO DE C.B.R.

DESCRIPCION	ESTACA	PROFUNDIDAD	SUCS	CBR	
				95%(0.1’’)	100%(0.1’’)
C-1 / M-1	166+680	0.00 – 0.40 m	GP-GM	55	77
C-1 / M-2	166+680	0.40 – 1.20 m	GC	36	59

3.1.5.7 Resumen de Ensayos de Laboratorio

En el *Cuadro N° 16* “Resumen de Ensayos de Laboratorio”, se presenta las características físico – mecánicas de los suelos de fundación, como consecuencia de los ensayos realizados a las muestras obtenidas de la calicata

con la finalidad de corroborar los datos ya existentes de un estudio de plataforma preliminar.

Con los datos de las muestras obtenidas de la calicata ejecutada en el trabajo de campo y los ya existentes de cuatro (04) calicatas aledañas (CV-269, CV-271, CV-283 y CV-284) adjuntas en el Anexo 03, se elaborara un perfil estratigráfico que nos servirá de base para el cálculo de la capacidad de soporte de la subrasante existente, con la cual diseñaremos la estructura de pavimento del presente estudio. Los certificados de laboratorio de la calicata C-1 se presentan en el Anexo 02.

CUADRO N° 16
RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

NOMBRE DEL ENSAYO	CALICATA / MUESTRA	
	C-1 / M-1	C-1 / M-2
Clasificación SUCS	GP-GM	GC
Clasificación AASHTO	A-1a	A-2-6 (0)
Humedad Natural (%)	7.20	5.80
Límite Líquido (%)	27.4	33.63
Límite Plástico (%)	NP	19.48
Índice Plástico (%)	NP	14.14
MDS (gr/cm ³)	2.221	2.157
OCH (%)	6.80	7.60
C.B.R. (95%-0.1")	55.0	36.0

3.1.5.8 Perfil Estratigráfico

La elaboración del perfil estratigráfico requiere de una clasificación de materiales que se obtiene mediante los análisis y los ensayos de laboratorio realizadas a las muestras obtenidas en campo mediante las prospecciones a cielo abierto. La interpretación de los resultados obtenidos ha permitido clasificar los suelos, definir horizontes de material homogéneo dentro del tramo en estudio y por ende establecer un perfil estratigráfico de la zona.

La información de los trabajos obtenidos de campo y de laboratorio, complementados con los resultados de los estudios de suelos preliminares realizados con anterioridad en el sector de estudio nos permitirá hallar el CBR de diseño para el sector.

Descripción del Sector km 166+500 al km 166+800

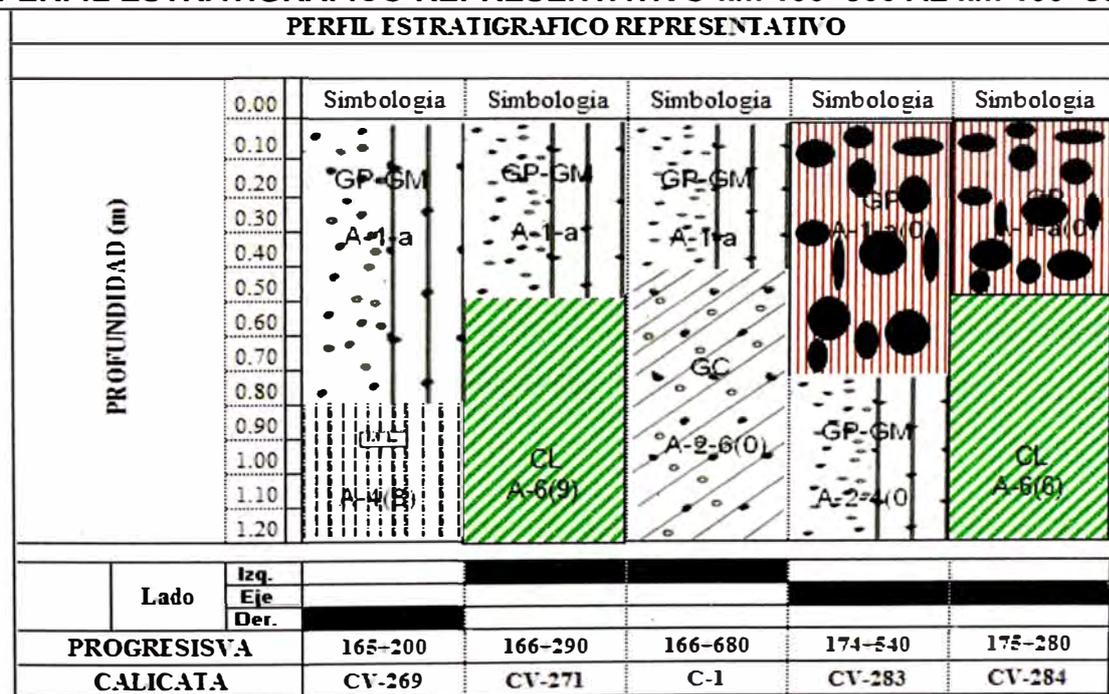
De nuestro perfil estratigráfico de la calicata (Ver Anexo 02), podemos observar que el sector está conformado por dos estratos diferentes de suelos de 0.00 a - 0.40 m presenta una grava pobremente graduada con poca presencia de limos y por ende no presenta plasticidad, presenta una humedad de 7.2%, muy baja en comparación con su Límite Líquido lo cual significa que el comportamiento del suelo es ideal ya que para el estado de humedad que presenta posee una consistencia friable. Además posee un CBR a 0.1” medido al 95% de la MDS igual a 55.0%, lo cual significa que tiene una clasificación cualitativa buena, para material de subrasante.

En el segundo estrato con profundidad de -0.40 a -1.20 m, se presentan gravas arcillosas que resultan de una mezcla de grava - arena – arcilla, teniendo una humedad de 5.8% muy por debajo de la de su Límite Líquido que al igual que el estrato superior tiene un comportamiento ideal presentando una buena consistencia. Si bien presenta un CBR a 0.1” medido al 95% de la MDS igual a 36.0%, menor que el estrato superior, también es considerado como un material bueno para material de subrasante.

El Grafico Nº 03 “Perfil Estratigráfico Representativo km 166+500 al km 166+800”, muestra el perfil en el cual nos basaremos para el cálculo del CBR de diseño. Se abarca una zona representativa con datos preliminares de calicatas contiguas al sector de estudio.

GRÁFICO Nº 03

PERFIL ESTRATIGRÁFICO REPRESENTATIVO km 166+500 AL km 166+800



3.1.5.9 Capacidad de Soporte del Suelo

La capacidad de soporte del suelo de fundación, basándonos en los resultados de corroboración obtenidos de las muestras tomadas en campo, es muy regular. Para la determinación del C.B.R. de la subrasante (de diseño), se incluye valores de C.B.R. de materiales muestreados en calicatas contiguas a la última extraída en campo. Nos basaremos en nuestro perfil estratigráfico representativo para realizar el cálculo.

El Cuadro N° 17 “C.B.R. Representativos”, nos muestra los valores de los C.B.R. que abarcan nuestro tramo homogéneo para el cálculo del C.B.R. de diseño.

CUADRO N° 17
C.B.R. REPRESENTATIVOS

PROGRESIVA	CALICATA	MUESTRA	PROF.	SUELO	C.B.R. (95%- 0.1”)
165+200	CV-269	M-2	0.80-1.60	ML	6.2
166+290	CV-271	M-2	0.50-1.70	CL	4.8
166+680	C-1	M-2	0.40-1.20	GC	36.0
174+540	CV-283	M-2	0.70-1.50	GP-GM	36.0
175+280	CV-284	M-2	0.50-1.60	CL	10.4

3.2 DISEÑO DE PAVIMENTOS

3.2.1 Definición de Pavimento

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Esta estructura se apoya sobre una subrasante y cumple la función principal de resistir y retransmitir las cargas impuestas por el tráfico. Así como garantizar una superficie de rodadura que brinde un confort adecuado a los usuarios durante el periodo para el cual fue diseñada.

3.2.2 Diseño de Pavimentos

Debido al complejo comportamiento de los pavimentos, existe la necesidad de adoptar métodos de diseño que consideren los diversos factores que afectan su desempeño durante su vida útil. Esta no es una tarea fácil, porque involucra el

análisis no solamente de los aspectos estructurales del pavimento, sino también de factores económicos, nivel de servicio de la vía y grado de seguridad que le brinda al usuario.

Algunos métodos enfatizan como objetivo del diseño, proveer a la vía de un adecuado nivel de servicio, este es el caso del Método AASHTO, que es el método a utilizar para diseñar el pavimento. Otros métodos establecen valores límites de esfuerzos y/o deformaciones en la estructura, con la finalidad de prevenir ciertos tipos de falla, el método del Instituto del Asfalto es una de ellas.

3.2.3 Método AASHTO 1993 Para Diseño de Pavimentos

3.2.3.1 Alcances Generales

La *Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos -1993*, proporciona un grupo completo de procedimientos, los cuales pueden ser usados para el diseño y rehabilitación de pavimentos. La Guía ha sido desarrollada para proporcionar recomendaciones concernientes a la determinación de la estructura de pavimentos. Esas recomendaciones incluyen la determinación del espesor total de la estructura del pavimento, así como el espesor de los componentes estructurales individuales.

El Método AASTHO establece relaciones entre el nivel de servicio y las propiedades estructurales de los materiales que conforman la estructura del pavimento, basándose en un análisis de regresión con datos recolectados en forma experimental.

3.2.3.2 Variables de Diseño

a) Período de Diseño

Es el periodo de uso o periodo de tiempo transcurrido para que una estructura de pavimento, nueva o rehabilitada, se deteriore desde su serviciabilidad inicial hasta su serviciabilidad final, que coincide con el horizonte de evaluación del proyecto.

b) Tránsito

La demanda o volumen de vehículos, requiere ser expresado en términos de ejes equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) equivale al efecto de deterioro causado sobre el pavimento, por un eje

simple de dos ruedas cargado con 8.2tn de peso, con neumáticos con presión de 80 lb/pulg².

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

c) Confiabilidad

Se entiende por confiabilidad de un proceso diseño, al comportamiento del pavimento a la probabilidad de que una sección diseñada usando dicho proceso, se comporte satisfactoriamente bajo las condiciones de tránsito y medio ambiente durante el periodo de diseño.

La confiabilidad básicamente es un medio para introducir cierto grado de certeza en el procedimiento de diseño. El factor de diseño basado en la confiabilidad, toma en cuenta las posibles variaciones en la predicción del tránsito como en la predicción del comportamiento y por lo tanto, proporciona un determinado nivel de seguridad (R), que las secciones de pavimento sobrevivirán durante el periodo para el cual fueron diseñados.

d) Efectos Ambientales

El medio ambiente puede afectar el comportamiento del pavimento en varias formas. Los cambios de temperatura y humedad pueden tener cierto efecto sobre la resistencia, durabilidad y capacidad de carga del pavimento y de los suelos de subrasante. Otro impacto ambiental mayor es el efecto directo del hinchamiento de los suelos de subrasante, levantamiento de los pavimentos, congelamiento por heladas, desintegraciones, etc., los cuales reducen la calidad y la serviciabilidad del pavimento.

3.2.3.3 Criterios de Comportamiento

a) Serviciabilidad

La serviciabilidad de un pavimento se define como el grado de confort que brinda la carretera al usuario. La mejor forma de evaluarlo es a través del Índice de Serviciabilidad Presente (PSI), el cual varía de cero (carretera imposible) a 5

(carretera perfecta) y está relacionado con el grado de rugosidad (IRI) del pavimento.

El PSI más bajo que puede tolerarse antes de que sea necesario un refuerzo o una rehabilitación es un índice de 2.5 o mayor para carreteras principales y de 2.0 para las demás carreteras, sugeridas por la AASHTO.

Teniendo en cuenta que la serviciabilidad final de un pavimento (P_t) depende del tránsito y de la serviciabilidad inicial (P_o), es necesario hacer una determinación de este último. De los ensayos observados por la AASHTO se obtuvo un valor de 4.2 para pavimentos flexibles.

Una vez que P_o y P_t sean establecidos, deberá aplicarse la siguiente ecuación para definir el cambio total en el índice de serviciabilidad.

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

3.2.3.4 Propiedades de los Materiales

a) Módulo Resiliente de la Subrasante

La AASHTO propone actualmente el uso del módulo resiliente o módulo elástico (M_R) para una mejor caracterización de la subrasante con fines de diseño de pavimentos. Sin embargo, este módulo se determina con un equipo especial que no es de fácil adquisición y por tal motivo se han establecido ecuaciones de correlación entre los valores de CBR y M_R para obtener el valor requerido. Así por ejemplo, la AASHTO propone la siguiente correlación:

$$M_R = 1500 \times \text{CBR}$$

Esta correlación es adecuada para suelos finos con CBR inferior a 10%. En otros países de Latinoamérica, como Venezuela, se utilizan las siguientes ecuaciones de correlación:

$$\begin{array}{ll} M_R = 1500 \times \text{CBR} & \text{para CBR} < 7.2 \\ M_R = 3000 \times \text{CBR}^{0.65} & \text{para CBR de 7.2 a 20} \end{array}$$

La primera ecuación es la misma sugerida por la AASHTO, mientras que la segunda fue desarrollada en Sudáfrica.

Para suelos granulares, la siguiente ecuación desarrollada en base a la propia guía AASHTO ofrece una buena correlación:

$$M_R = 4326 \times \ln CBR + 241$$

Cabe destacar, que en la determinación del M_R con ecuaciones de correlación, sigue siendo limitante la variabilidad de los valores de CBR debido a las condiciones de estado de la subrasante. El CBR será diferente si se realiza el ensayo para un estado del suelo húmedo, saturado o seco-saturado que representaría las posibles condiciones de la subrasante. Para fines de diseño la AASHTO recomienda el concepto de valor de daño relativo para considerar la variabilidad estacional, a fin de ponderar las características de la subrasante a las condiciones particulares de cada proyecto, adoptando un M_R efectivo para fines de diseño.

Es preciso mencionar que la revisión de la Guía AASHTO 2002 ha introducido una nueva correlación apuntando a regentar los métodos empíricos – mecanicistas o puramente mecanicistas:

$$M_R = 2555 \times CBR^{0.64}$$

b) Características de los Materiales de las Capas del Pavimento

La caracterización de las diversas capas del pavimento se efectúa a través de sus módulos de elasticidad, obtenidos de ensayos normalizados de laboratorio.

El uso de la subbase en este método requiere del empleo de un coeficiente de capa (a_3) para convertir su espesor en un número estructural (SN), que es el indicativo de su espesor dentro de la estructura del pavimento.

En relación con la base, está podrá ser granular, estabilizada y los requisitos de calidad deben ser, superiores a los de subbase. El material estará representado por un coeficiente de capa (a_2) que permite convertir su espesor real a su número estructural.

Respecto a la capa de rodadura, consistirá en una mezcla de agregados pétreos y un producto bituminoso. La mezcla se deberá diseñar y construir de modo que no solo preste una función estructural, sino que además, resista la fuerza abrasiva del tránsito, proporcione una superficie antideslizante y uniforme y prevenga la penetración del agua superficial.

c) Coeficientes de capa

Se asigna a cada capa del pavimento un coeficiente (a_i), los cuales son requeridos para el diseño estructural normal de los pavimentos flexibles y están relacionados a los CBR de los materiales. Estos coeficientes permiten convertir los espesores reales a números estructurales (SN), siendo cada coeficiente una medida relativa de cada material para funcionar como parte de la estructura del pavimento.

Bases Granulares

El Anexo 05 presenta un gráfico que puede emplearse para el coeficiente (a_2), a partir de cuatro resultados de ensayos diferentes.

Subbases Granulares

El Anexo 05 presenta un gráfico que puede emplearse para el coeficiente (a_3), en función de los mismos ensayos considerados para las bases granulares.

3.2.3.5 Parámetros de Drenaje del Pavimento

a) Drenaje

Se describe la selección de los datos de entrada para manejar los efectos de ciertos niveles de drenaje en la predicción del comportamiento de los pavimentos.

CUADRO N° 18

NIVELES DE DRENAJE DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

Calidad de Drenaje	Tiempo de Remoción del Agua
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy Pobre	No drena

Fuente: AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993

El tratamiento para el nivel esperado de drenaje de un pavimento flexible se logra a través del empleo de coeficientes de capas modificadas. El factor para modificar el coeficiente de capa está referido como un valor m_i y ha sido integrado dentro de la ecuación del número estructural (Sn) junto con el coeficiente de capa (a_i) y el espesor (D_i).

El Cuadro N°19 muestra los valores que recomienda la AASHTO, en función de la calidad del drenaje y el porcentaje de tiempo durante el año en que la estructura del pavimento debería normalmente estar expuesta a niveles de humedad aproximadamente iguales a la saturación. Obviamente esto depende de las precipitaciones anuales promedio y las condiciones de drenaje prevalecientes.

CUADRO N° 19

VALORES DE m_i RECOMENDADOS PARA LOS COEFICIENTES DE CAPA MODIFICADOS DE MATERIALES DE BASE Y SUBBASE NO TRATADA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

Calidad de Drenaje	% del Tiempo que la Estructura del Pavimento está Expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	< 1	1-5	5-25	> 25
Excelente	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
Bueno	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
Regular	1.25-1.15	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80
Pobre	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
Muy Pobre	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

Fuente: AASHTO Guide for Desing of Pavement Structures 1993

3.2.3.6 Diseño Estructural del Pavimento

El método de la AASHTO (American Associations of State Highway and Transportation Officials) permite calcular el espesor de pavimento necesario para satisfacer un valor estructural determinado. Este valor o número estructural (S_n) asegura que la estructura diseñada será capaz de soportar un flujo determinado de tránsito (W_{18}), sin que los esfuerzos inducidos excedan la capacidad de soporte de la subrasante. Este método proporciona una expresión analítica que, dada su complejidad, para efectos prácticos es reemplazada por nomogramas. Dicha formulación se presenta a continuación:

$$\text{Log } W_{18} = Z_R \times S_o + 9.36 \text{Log}(S_N + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log} \left[\frac{\Delta \text{PSI}}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(S_N + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \text{Log}(M_R) - 8.07$$

Donde:

- W_{18} = Número estimado de ejes simples equivalentes a 8.2tn.
 Z_R = Desviación estándar normal.
 S_o = Error estándar combinado de la predicción del tráfico y de la predicción del comportamiento de la estructura.
 ΔPSI = Diferencia entre la serviciabilidad inicial (P_o) y la final (P_t).
 M_R = Módulo resiliente de la subrasante.

El SN es un número abstracto, que expresa la resistencia estructural de un pavimento requerido, para una combinación dada de soporte de la subrasante (M_R), del tránsito total (W_{18}), de la serviciabilidad terminal, y de las condiciones ambientales.

- S_n = Número Estructural indicador del espesor total del pavimento requerido:

$$S_n = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3$$

Siendo:

- a_i = Coeficiente estructural de la capa "i"
 D_i = Espesor de la capa "i" (pulgadas)
 m_i = Coeficiente de drenaje de la capa gradual "i"

a) Determinación del Número Estructural

El nomograma de diseño recomendada por la AASHTO (Ver Anexo 05) permite la obtención del número estructural a partir de los siguientes parámetros:

1. Tránsito estimado durante el período de diseño (W_{18})
2. Nivel de confiabilidad (R)
3. La desviación estándar total (S_o)
4. El módulo resiliente de la subrasante (M_R)
5. La pérdida del nivel de servicio durante el período de diseño (ΔPSI)

Sin embargo, para efectos de cálculos computarizados la solución matemática es sumamente útil.

b) Selección de los espesores de las capas

Determinado el número estructural, el paso siguiente consiste en identificar un conjunto de capas cuyos espesores, convenientemente combinados, proporcionen la capacidad de soporte a dicho S_n . La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$S_n = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3$$

Esta expresión no conduce a una solución única, sino que presenta muchas combinaciones técnicamente validas. Al elegir los espesores de las diferentes capas, debe tenerse presente los costos de inversión inicial.

Método de los Espesores Mínimos

Debido a que generalmente es impráctica y antieconómica la colocación de capas de pavimento muy delgadas, la AASHTO recomienda los siguientes espesores mínimos:

**CUADRO N° 20
 ESPESORES MÍNIMOS**

No de ejes equivalentes (millones)	Concreto Asfáltico (pulg)	Base Granular (pulg)
< 0.05	1.0 o TSB	4
0.05-0.15	2.0	4
0.15-0.50	2.5	4
0.50-2.00	3.0	6
2.00-7.00	3.5	6
> 7.00	4.0	6

Fuente: AASHTO Guide for Desing of Pavement Structures 1993

No obstante estos espesores mínimos pueden ser variados de acuerdo a las condiciones locales y la experiencia de cada entidad.

Método del Análisis del Diseño por Capas

Cada una de las capas del pavimento deben cumplir, a su vez, con un número estructural de capa (S_{n_i}), los cuales se calculan en forma similar que el número estructural total, pero considerando el Módulo Resiliente del

material inferior. Esto garantiza que exista una coherencia estructural, no sólo entre el espesor total del pavimento y la calidad de la subrasante, sino también, entre el espesor de cada capa y la calidad del material de la capa inmediatamente inferior, por lo que se tiene:

$$D^*_{1} \geq SN_1/a_1$$

$$SN^*_{1} = a_1 \times D^*_{1} \geq SN_1$$

$$D^*_{2} \geq (SN_2 - SN^*_{1})/a_2 \times m_2$$

$$SN^*_{1} + SN^*_{2} \geq SN_2$$

$$D^*_{3} \geq (SN_3 - SN^*_{1} - SN^*_{2})/a_3 \times m_3$$

3.2.4 Cálculo del Diseño de Pavimentos

3.2.4.1 Periodo de Diseño: 10 años

3.2.4.2 Ejes Equivalentes – W18

- **Factor Camión (FC):** Se determina el FC usando las cargas máximas reglamentarias. El Cuadro N° 21 “Valores de Factor Camión”, muestra los valores obtenidos para las diferentes combinaciones de ejes que se detectaron circulando por la vía.

CUADRO N° 21
VALORES DE FACTOR CAMIÓN

Tipo de vehículo	Factor Camión
	Cargas máx. Regl.
Bus 2E	4.50
Bus > 2E	3.28
C2	4.50
C3	3.28
T2S2	6.52
T2S3	5.92
T3S2	5.30

Fuente: RNV 2003

- **Determinación de Ejes Equivalentes Acumulados (EAL):** Para el cálculo de este parámetro, si bien es cierto, las tasas de crecimiento deben obedecer a ciertos indicadores macroeconómicos dependiendo del tipo de vehículo,

para cuestiones particulares de este informe y con la finalidad de tener un escenario optimista, se considera solo la variación promedio del PBI de los últimos cinco años, como indicador macroeconómico global para la tasa de crecimiento. El Cuadro N° 22 “Variación Anual del PBI”, muestra las variaciones anuales de los últimos cinco años, siendo el promedio de estos a considerar como la tasa de crecimiento vehicular para todos los tipos de vehículos.

CUADRO N° 22
VARIACION ANUAL DEL PBI

AÑO	VARIACION ANUAL PBI
2005	6.70
2006	7.60
2007	9.00
2008	9.80
2009	8.20
Promedio	8.30

El Cuadro N° 23 “Calculo de Ejes Equivalentes Acumulados”, muestra valores de los parámetros individuales involucrados en el cálculo del EAL, el cual en conjunto con el factor de distribución direccional (D_D) y el factor de distribución de carril (D_L) calculan el W_{18} en concordancia con la siguiente expresión:

$$W_{18} = EAL \times D_D \times D_L$$

Donde:

EAL: Ejes equivalentes a 8.2tn

D_D : Factor de distribución direccional (50%, generalmente)

D_L : Factor de distribución de carril (100%, para 1 solo carril por dirección)

CUADRO N° 23
CALCULO DE EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS

Tipo	IMD	FC	Tasa de Crecimiento	Factor de Crecimiento	Días	EAL
Bus 2E	23	4.50	8.30%	14.69	365	555124.59
Bus > 2E	16	3.28	8.30%	14.69	365	281477.67
C2	42	4.50	8.30%	14.69	365	1013705.77
C3	22	3.28	8.30%	14.69	365	387031.79
T2S2	12	6.52	8.30%	14.69	365	419642.01
T2S3	12	5.92	8.30%	14.69	365	381024.64
T3S2	12	5.30	8.30%	14.69	365	341120.04
TOTAL						3.38E+06

- **Calculo de W_{18} :** Reemplazando los valores obtenidos en la ecuación anteriormente formulada:

$$W_{18} = EAL \times D_D \times D_L$$

$$W_{18} = 3.38E+06 \times 0.50 \times 1.00$$

$$W_{18} = 1.69E+06$$

3.2.4.3 Confiabilidad (R)

La carretera Cañete-Yauyos-Huancayo siendo parte de la Ruta Nacional N° 22, se considera una Arteria Principal Rural, entonces del *Cuadro N°24* tenemos una variación de 75 – 95. Elegimos un valor promedio de este intervalo siendo este **85%**.

CUADRO N° 24
NIVELES DE CONFIABILIDAD SUGERIDOS

Clasificación Funcional	Nivel de Confiabilidad Recomendado	
	Urbano	Rural
Interestatal y Otras Vías Libres	85-99.9	80-99.9
Arterias Principales	80-99	75-95
Colectoras	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80

Fuente: AASHTO

Para una confiabilidad de 85% tenemos una Desviación Estándar Normal Z_R igual a **-1.037**, tal y como muestra el *Cuadro N° 25*.

CUADRO N° 25
DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL

CONFIABILIDAD - R (%)	DESV. ESTANDAR NORMAL (Zr)
50	0.00
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
.	.
.	.
99.99	- 3.750

3.2.4.4 Desviación Estándar Total (So)

Para pavimentos flexibles 0.40 – 0.50 (según AASHTO 1993). Se elige un promedio, por lo que el valor a considerar es el siguiente:

$$So = 0.45$$

3.2.4.5 Diferencia de la Serviciabilidad Inicial y Final (Δ PSI)

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

Donde consideramos:

Po : Índice de Serviciabilidad Inicial (4.2 Bueno – Excelente)

Pt : Índice de Serviciabilidad Final (2.2 Regular)

Reemplazando valores tenemos:

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.2$$

$$\Delta PSI = 2.0$$

3.2.4.6 Determinación del CBR de Diseño

Para la determinación del C.B.R. de diseño se tomara en cuenta lo ya definido en los ítems 3.1.5.8 y 3.1.5.9.

CUADRO N° 26
C.B.R. DE DISEÑO

PROGRESIVA	C.B.R. (95%-0.1")
165+200	6.2
166+290	4.8
166+680	36.0
174+540	36.0
175+280	10.4
Percentil (87.5%)	36.0

3.2.4.7 Módulo Resiliente de la Subrasante Mr

Para hallar el modulo resiliente (Mr) de la subrasante, utilizaremos la formula recomendada por la AASHTO para suelos granulares:

$$M_R = 4326 \times \ln(\text{CBR}) + 241$$

$$M_R = 4326 \times \ln(36) + 241$$

$$M_R = 15743.30 \text{ psi}$$

3.2.4.8 Cálculo del Número Estructural Sn

Datos de entrada (Ver Anexo 06):

Confiabilidad	R	= 85%
Desviación estándar normal	Z _R	= -1.037
Desviación estándar total	So	= 0.45
Ejes equivalentes	W ₁₈	= 1.69E+06
Módulo resiliente	M _R	= 15743.30 psi
Pérdida de nivel de servicio	ΔPSI	= 2

Numero estructural Sn = 2.69

3.2.4.9 Diseño de Espesores de Capa

La alternativa seleccionada a ofertar es la colocación de un Tratamiento Superficial Bicapa (TSB) de un espesor aproximado de 2 cm.

Del Cuadro N° 19, considerando que las temporadas de lluvia en la zona corresponden a un intervalo de 1-5% de todo el año, con una característica buena de drenaje se tiene:

- Drenaje de la base granular $m_2 = 1.2$
- Drenaje de la subbase granular $m_3 = 1.2$

Del Anexo N° 05, que muestran las tablas para hallar los coeficientes de capa en relación al CBR del material a emplear en cada una de ellas, se obtiene lo siguiente:

- T.S.B. $a_1 = 0$
- Base granular CBR = 90% $a_2 = 0.14\text{pulg}^{-1}$
- Subbase granular CBR = 70% $a_3 = 0.13\text{pulg}^{-1}$

Método de Espesores Mínimos

Para un tránsito $1.69\text{E}+06$ y teniendo en consideración que para el TSB el valor de $a_1 = 0$, los espesores mínimos recomendados por la AASHTO para el inicio del cálculo de espesores solo se considerara el de la base:

$$D_1 = 0''$$

$$D_2 = 6''$$

$$2.69 < 0.14 \times 6 \times 1.2$$

$$2.69 < 1.01$$

La expresión anterior no satisface la relación, por lo que se tendrá que añadir la capa de subbase.

$$2.69 = 0.14 \times 6 \times 1.2 + 0.13 \times D_3 \times 1.2$$

$$D_3 = 10.8''$$

De lo anteriormente calculado obtenemos la primera opción de espesores de capa, quedando de la siguiente forma:

$$\text{TSB} = 2.0 \text{ cm}$$

$$\text{Base Granular} = 6''$$

$$\text{Subbase Granular} = 11''$$

Teniendo como premisa los espesores de capas anteriores, evaluamos una redistribución de espesores de capa tomando en cuenta una uniformidad de

estos y la facilidad de métodos constructivos, quedando los cálculos de la siguiente forma:

$$D_1 = 0''$$

$$D_2 = 8''$$

$$2.69 < 0.14 \times 8 \times 1.2$$

$$2.69 < 1.344$$

La expresión anterior no satisface la relación, por lo que se tendrá que añadir la capa de subbase.

$$2.69 = 0.14 \times 8 \times 1.2 + 0.13 \times D_3 \times 1.2$$

$$D_3 = 8.60''$$

De lo anteriormente calculado obtenemos la primera opción de espesores de capa, quedando de la siguiente forma:

$$\text{TSB} = 2.0 \text{ cm}$$

$$\text{Base Granular} = 8''$$

$$\text{Subbase Granular} = 9''$$

– **Método Análisis de Diseño por Capas**

$$M_R (\text{Base}) = 29\,000 \text{ psi}$$

$$M_R (\text{Subbase}) = 18\,500 \text{ psi}$$

Con este dato calculamos el $SN_1 = 2.15$

Con este dato calculamos el $SN_2 = 2.54$

Con este dato calculamos el $SN_3 = 2.69$

Luego:

$$D^*_1 \geq SN_1 / a_1 = (2.15 / 0.00) = \infty \Rightarrow D^*_1 = 0''$$

$$SN^*_1 = a_1 \times D^*_1 \geq SN_1 = 0.0 \times 5 = 0.00 \geq 2.15$$

$$D^*_2 \geq (SN_2 - SN^*_1) / a_2 \times m_2 = (2.54 - 0) / (0.14 \times 1.2) = 15.12 \Rightarrow D^*_2 = 15.5''$$

$$SN^*_1 + SN^*_2 \geq SN_2 \Rightarrow SN^*_2 \geq SN_2 - SN^*_1 = 2.54 - 0 \Rightarrow SN^*_2 = 2.54$$

$$SN^*_1 + SN^*_2 \geq SN_2 = 0 + 2.54 = 2.54 \geq 2.54$$

$$D^*_3 \geq (SN_3 - SN^*_1 - SN^*_2) / a_3 \times m_3 = (2.69 - 0.00 - 2.54) / (0.13 \times 1.2) = 0.96''$$

$$\Rightarrow D^*_3 = 0''$$

Los espesores resultandos son:

$$\text{TSB} \quad D_1 = 0''$$

$$\text{Material de Base} \quad D_2 = 15.5''$$

$$\text{Material de Subbase} \quad D_3 = 1''$$

El segundo método aplicado y recomendado por la AASHTO, dará en realidad espesores altos de las capas, ya que consideran que cada capa soporta sola, las solicitaciones de carga. Para nuestro caso, como el TSB lo consideramos que no aporta estructuralmente, pues la base tiene un espesor muy esbelto que nos lleva a reconsiderar la aplicación de este método y a tener diseñar por el primer método.

Por lo tanto de las dos opciones analizadas para el primer método de diseño, se ve por conveniencia constructiva que la segunda opción, ya que esta será mecanizada para ambas capas y los tiempos de compactación disminuirán ya que por su espesor será fácil de alcanzar el grado de compactación solicitado en las Especificaciones Técnicas. El Cuadro N° 24 “Espesores de Capas Adoptados”, muestra los espesores ofertados.

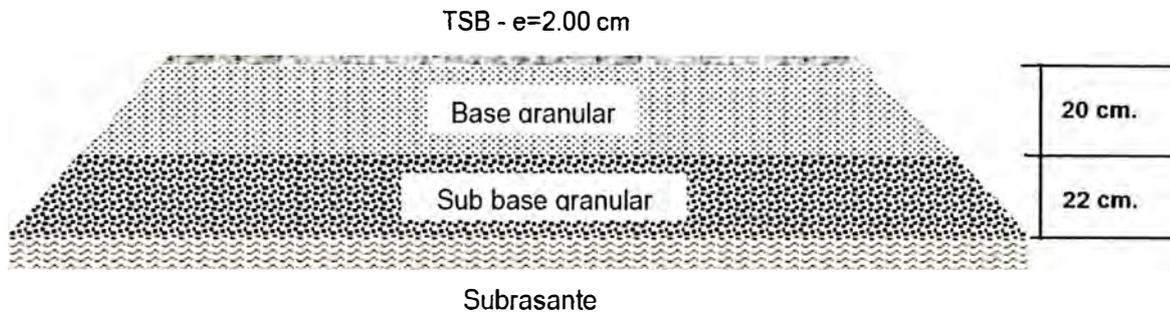
CUADRO N° 27
ESPESORES DE CAPA ADOPTADOS

CAPA	ESPESORES REQUERIDOS		OPCION ADOPTADA	
	Pulg.	cm.	Pulg.	cm.
TSB		2.0		2.0
BASE	8.0	20.0	8.0	20.0
SUBBASE	8.6	21.5	8.8	22.0
Sn	2.69		2.72	

Del Cuadro anterior, podemos apreciar que el Sn adoptado (ofertado) es mayor que el Sn requerido para soportar el paso del número de ejes equivalentes calculados en base al estudio de tráfico. Este resultado nos indica que el diseño de pavimentos propuesto es el adecuado para el tramo en estudio.

El *Gráfico N° 04*, muestra la sección típica estructural del pavimento, ofertada para la ampliación del ancho de la vía y para mejorar la calidad de soporte de la superficie de rodadura existente ante las solicitaciones de cargas futuras.

GRÁFICO N° 04 SECCIÓN TÍPICA DEL PAVIMENTO



3.2.4.10 Fórmula de Trabajo para el TSB

Este diseño se basa en la metodología establecida por el precursor de los tratamientos de penetración invertida: el australiano Hanson y complementada por el Método de Diseño Propuesto por la Asphalt Emulsion Manufacturers Association (AEMA). Los riegos de emulsión y agregados para las capas quedan dispuestos de la siguiente forma:

Primera capa: Agregados = 19.5 Kg/m^2

Emulsión = 0.42 gal/m^2

Segunda capa: Agregados = 9.5 Kg/m^2

Emulsión = 0.38 gal/m^2

CAPITULO IV

ESTABILIDAD DE TALUDES

4.1 GENERALIDADES

Para realizar el análisis de estabilidad de taludes es necesario obtener información sobre las propiedades físicas y mecánicas, además de las características de las rocas, para lo cual se realizan investigaciones geotécnicas en las rocas, caracterizando la roca in situ. Se toman muestras de las rocas, para su posterior análisis en laboratorio, así mismo, de existir material coluviales se toman muestras representativas para el análisis de laboratorio y determinación de los parámetros de resistencia.

Se evalúan las condiciones de presencia de agua en el área de estudio y se proyectan medidas adecuadas de drenaje en la correspondiente proyección del tajo estudiado, con este fin se realizan sondajes eléctricos vertical, así como perforaciones para evaluar la mineralización, observaciones in situ sobre las condiciones hidrológicas del terreno y se identifican los sistemas de drenaje y afloramientos de agua existente en el área.

Para determinar las características físicas y mecánicas de las rocas, se realizan ensayos de laboratorio con cuyos resultados determina las propiedades físicas de la roca intacta. Estos ensayos son de corte directo, compresión simple y propiedades físicas, para obtener los parámetros mecánicos de las rocas intactas.

4.2 MÉTODOS DE CÁLCULO

Los métodos de cálculo para analizar la estabilidad de un talud se pueden clasificar en dos grandes grupos:

4.2.1 Métodos de Cálculo en Deformaciones

Consideran en el cálculo las deformaciones del terreno, además de las leyes de la estática. Su aplicación práctica es de gran complejidad y el problema debe estudiarse aplicando el método de los elementos finitos u otros métodos numéricos.

4.2.2 Métodos de Equilibrio Límite

Se basan exclusivamente en las leyes de la estática para determinar el estado de equilibrio de una masa de terreno potencialmente inestable. No tienen en cuenta las deformaciones del terreno. Suponen que la resistencia al corte se moviliza total y simultáneamente a lo largo de la superficie de corte.

Esta a su vez se puede clasificar en:

- **Métodos exactos**, la aplicación de las leyes de la estática proporciona una solución exacta del problema con la única salvedad de las simplificaciones propias de todos los métodos de equilibrio límite, esto solo es posible en casos de geometría sencilla, como modos de falla planar o en cuña.
- **Métodos no exactos**, en la mayor parte de los casos la geometría de la superficie de rotura no permite obtener una solución exacta del problema mediante la única aplicación de las ecuaciones de la estática. El problema es hiperestático y ha de hacerse alguna simplificación o hipótesis previa que permita su resolución.

Se puede distinguir aquí entre los métodos que consideran el equilibrio global de la masa deslizante prácticamente en desuso y los métodos de dovelas que consideran a la masa deslizante dividida en una serie de fajas verticales.

Los métodos de dovelas consideran al problema bidimensional por lo que la estabilidad del talud se analiza en una sección transversal del mismo, la zona del terreno potencialmente deslizante se divide en una serie de fajas verticales estudiándose el equilibrio de cada una de las dovelas.

La gran utilización que tiene actualmente del método de dovelas se debe a que se pueden aplicar a una gran generalidad de problemas con un grado razonable de exactitud en la gran mayoría de casos, permite considerar la acción de presiones intersticiales, la existencia de cargas externas actuando sobre el talud, la existencia de materiales de diferentes características y en muchos casos son aplicables a superficie de rotura de cualquier forma.

Estos métodos de dovelas son estudiados por los métodos aproximados y precisos.

Métodos aproximados son estudiados por:

- **El método simplificado de BISHOP (1955)**, Supone que la fuerza de las caras laterales son horizontales, solo satisface el equilibrio de momentos y

no el de fuerzas horizontales, es un método de aplicación a líneas de rotura circulares.

- **El método ordinario de FELLENIUS (1927)**, Se basa en la suposición de que la resultante de las fuerza laterales en las caras de las rebanadas actúa paralelamente a la base de las mismas, solo satisface el equilibrio de momentos, solo tiene aplicación a superficies de rotura circulares.
- **El método de JANBU (1954)**, supone conocidos los $n-1$ valores de b , posiciones de los empujes normales a las caras de las dovelas, es de aplicación a superficies de rotura cualesquiera, no cumple el equilibrio de momentos y si el de fuerzas.

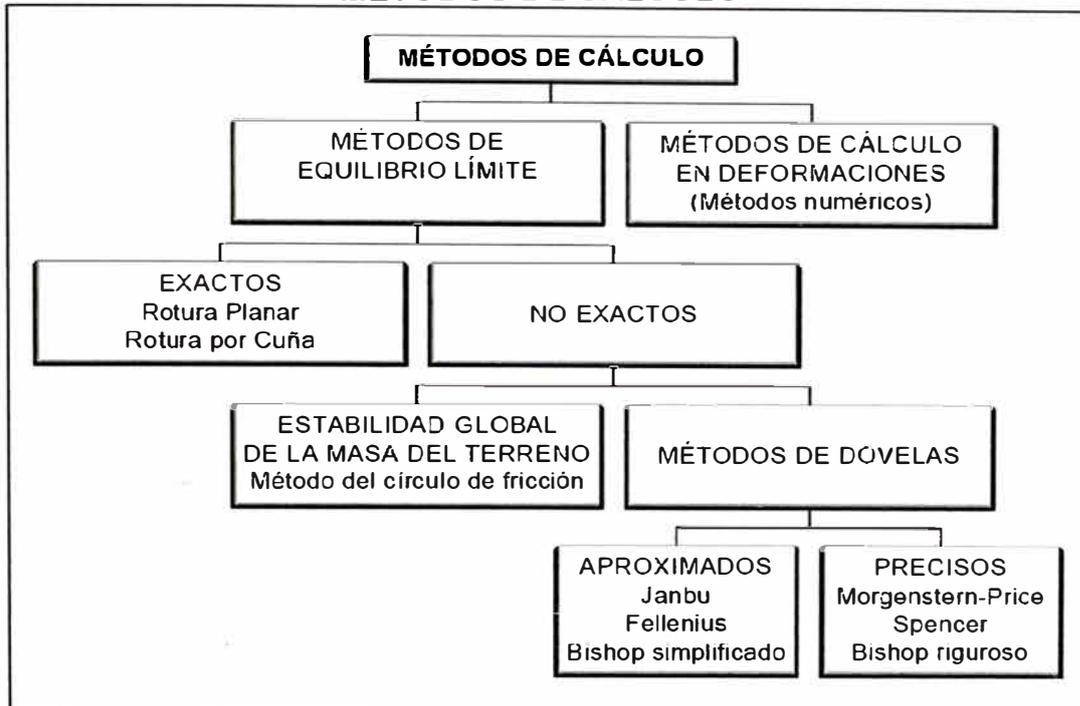
Métodos exactos son estudiados por:

- **Método de MORGENSTERN-PRICE (1965)**, aplicado a líneas de rotura cualesquiera, se basa en la suposición de que la relación entre las fuerzas tangenciales y normales en las caras laterales de las dovelas, se ajusta a una función, que es preciso definir previamente, multiplicada por un parámetro, este parámetro es la incógnita que completa el problema, el método satisface todas las condiciones de equilibrio.
- **Método de SPENCER (1967)**, es análogo al anterior, considerando como función una constante, que constituye el parámetro necesario para completar el problema.

Para el análisis de estabilidad de los taludes para el sector crítico identificado en el km 166+590, se considera el análisis por falla planar y análisis de lo detallado por los métodos de cálculo de estabilidad antes mencionados se eligió el método de cálculo simplificado de BISHOP por ser el que cumple la mayor parte de consideraciones del área en estudio y que permite realizar un análisis bi-dimensional completamente integrado.

El *Gráfico N° 05 "Métodos de Cálculo"*, muestra un gráfico en el que se recogen los diferentes métodos de cálculo.

GRÁFICO N° 05
MÉTODOS DE CÁLCULO



4.2.3 Mecanismos de Rotura

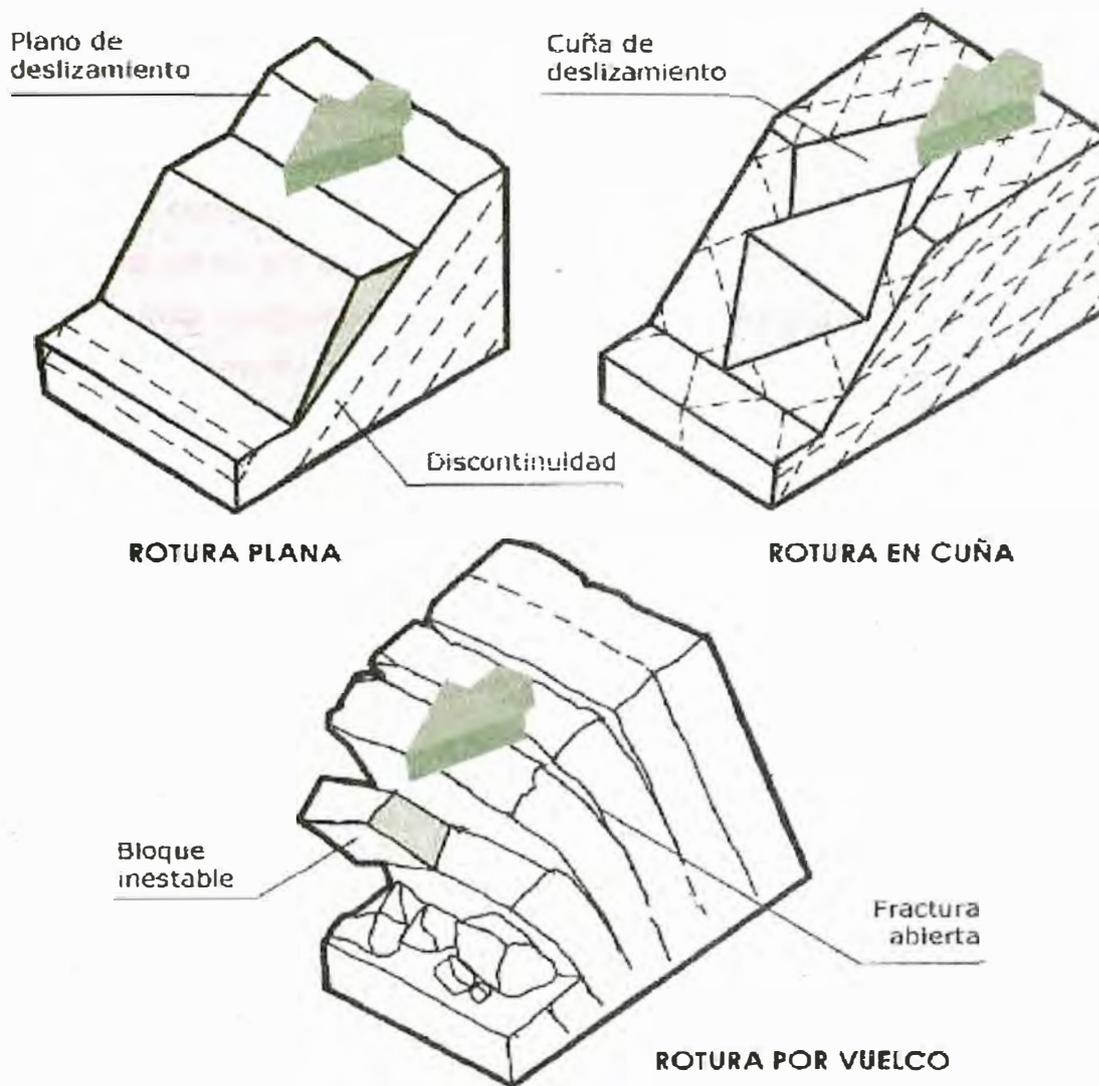
Los tres principales mecanismos de rotura de un talud rocoso, son los que a continuación se citan:

- **Rotura Plana:** Se produce a favor de una única familia de planos de rotura que buzcan en el mismo sentido que el talud, y cuya dirección es sensiblemente paralela a la del frente del talud. Se producen fundamentalmente debido a que el buzamiento de los planos es menor que el talud, llegando a diferencias de hasta 20°, con lo que el rozamiento movilizado no es suficiente para asegurar la estabilidad.
- **Cuña:** Este tipo de roturas se dan en la intersección de dos familias de planos de discontinuidad de diferente orientación, formándose una línea de inmersión a favor del talud, aunque con una inclinación inferior al buzamiento de este.
- **Vuelco:** En este último caso el buzamiento de los planos de fracturación es contrario al del propio talud, lo que provoca una división del macizo rocoso en bloques independientes que van cayendo por acción de la gravedad.

GRÁFICO Nº 06 MECANISMOS DE FALLA EN ROCAS

PRINCIPALES MECANISMOS DE ROTURA EN ROCAS

Aplicación a taludes excavados en obras de carreteras



4.2.4 Análisis de Estabilidad Considerando Rotura Planar

Se llama *rotura planar* o plana a aquella en la que el deslizamiento se produce a través de una única superficie plana. Es la más sencilla de las formas de rotura posibles y se produce cuando existe una fracturación dominante en la roca y convenientemente orientada respecto al talud. Frecuentemente se trata de fallas que interceptan al talud. También puede producirse en terrenos granulares en los que, entre dos terrenos de buenas características resistentes, se intercala un estrato de poco espesor de material con menos resistencia.

Estas condiciones permiten estudiar la estabilidad del talud como un problema bidimensional que se analiza considerando una rebanada de ancho unidad, limitada por dos planos verticales, perpendiculares al plano del talud.

En el caso de rotura planar el factor de seguridad FS se obtiene de forma directa como cociente entre las fuerzas que tienden a producir el movimiento y las fuerzas resistentes del terreno que se oponen al mismo, proyectadas todas según la dirección del plano de rotura. Al calcular FS de esta manera, se supone implícitamente constante a lo largo de toda la superficie de rotura, lo cual se acepta a pesar de no ser estrictamente cierto.

En el caso más general, se considera que el plano de deslizamiento se encuentra limitado en su parte superior por una grieta de tracción, que se puede suponer plana, total o parcialmente llena de agua. En el plano de rotura aparecen unas presiones intersticiales que dependen de la situación de la línea de saturación y de las características del terreno. Sobre la masa deslizante puede considerarse la actuación de un terremoto cuyo efecto se asimila a una aceleración vertical a_v y una aceleración horizontal a_H .

En este caso el factor de seguridad es:

$$FS = \frac{c' A + \left\{ W \left[\left(1 + \frac{a_v}{g} \right) \cos \psi_p - \frac{a_H}{g} \sin \psi_p \right] - U - V \sin(\psi_p + \delta) \right\} \tan \phi}{W \left[\left(1 + \frac{a_v}{g} \right) \sin \psi_p + \frac{a_H}{g} \cos \psi_p \right] + V \cos(\psi_p + \delta)}$$

Donde:

c' = cohesión efectiva en la superficie de deslizamiento.

f = ángulo de rozamiento interno efectivo en la superficie de deslizamiento.

A = área de la superficie de deslizamiento, supuesta de ancho unidad.

W = peso de la masa deslizante, supuesta de ancho unidad.

ψ_p = ángulo que forma el plano de deslizamiento con la horizontal.

U = resultante de las presiones interstiales que actúan sobre el plano de deslizamiento.

d = ángulo que forma la grieta de tracción con la vertical.

V = resultante de las presiones interstiales que actúan sobre la grieta de tracción.

g = aceleración de la gravedad.

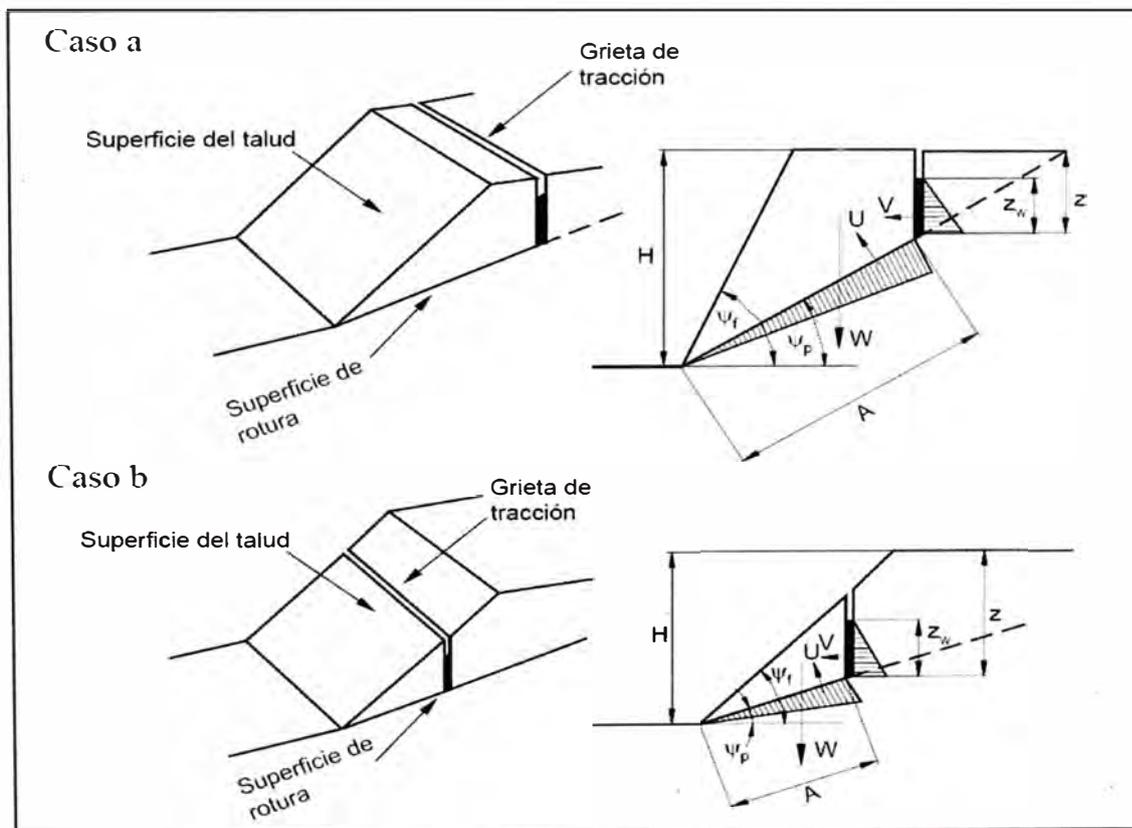
La fórmula es aplicable al caso en el que no exista terremoto, haciendo $a_v = a_H = 0$, y al caso en que se considere el terreno seco haciendo $U = V = 0$.

Hoek y Bray (1977) han desarrollado unos ábacos que facilitan el cálculo del factor de seguridad frente a rotura planar. A continuación se describe el planteamiento desarrollado por ellos.

Se parte de las siguientes simplificaciones:

- El talud a estudiar es un plano de inclinación γ_t . La superficie que queda por encima del talud es un plano horizontal.
- No se considera el efecto sísmico.
- La grieta de tracción es vertical.
- Se supone una distribución triangular en las presiones intersticiales que actúan sobre la base de la masa deslizante y sobre la grieta de tracción. El valor máximo se da, en ambos casos, en la intersección entre las dos superficies.

GRÁFICO N° 07
CASOS DE FALLAS PLANARES



4.2.5 Peligro Sísmico de la Zona del Proyecto

El Perú es considerado como una de las regiones de más alta actividad sísmicas. Forma parte del cinturón circumpacífico, una de las zonas sísmicas más activas del mundo, de esta forma es necesario considerar la influencia sobre la estabilidad de taludes de la zona en análisis.

a) Zonificación Sísmica

Dentro del territorio peruano se ha establecido diversas zonas sísmicas, las cuales presentan diferentes características de acuerdo a la mayor o menor ocurrencia de los sismos. Según el Mapa de Zonificación Sísmica propuesto por la nueva Norma de Diseño sismo resistente E-030 del Reglamento Nacional de Construcciones (1997), presentado en el *Gráfico N° 08* el área de estudio se encuentra comprendida en la zona 3 clasificada como zona de alta sismicidad.

GRÁFICO N° 08
ZONIFICACIÓN SÍSMICA DEL PERÚ
(Reglamento Nacional de Construcciones, 1990)

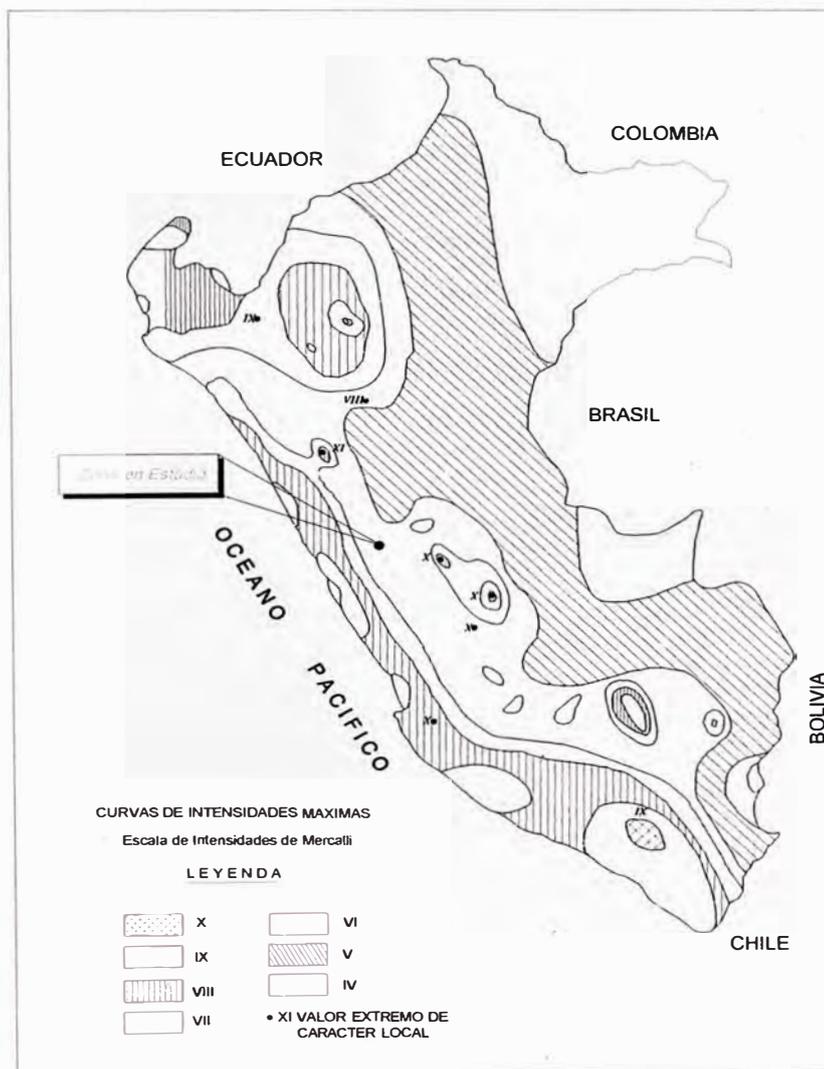


b) Intensidad

El Perú por estar comprendido en una de las regiones de más alta actividad sísmica, forma parte del cinturón Circumpacífico, que es una de las zonas sísmicas más activas del mundo, razón por la cual debe tenerse presente la posibilidad de que ocurran sismos de intensidades altas en el área de estudio.

La fuente de datos básica de intensidades sísmicas que describe los principales eventos sísmicos ocurridos en el Perú, ha sido presentada por Silgado (1978). En el *Gráfico N° 09*, se muestra el mapa de distribuciones de máximas intensidades sísmicas observadas (Alva et al., 1984), de acuerdo a esta información, se concluye que según la historia sísmica del área de estudio (400 años), han ocurrido sismos de intensidades altas como VI – VIII en la escala Mercalli Modificado.

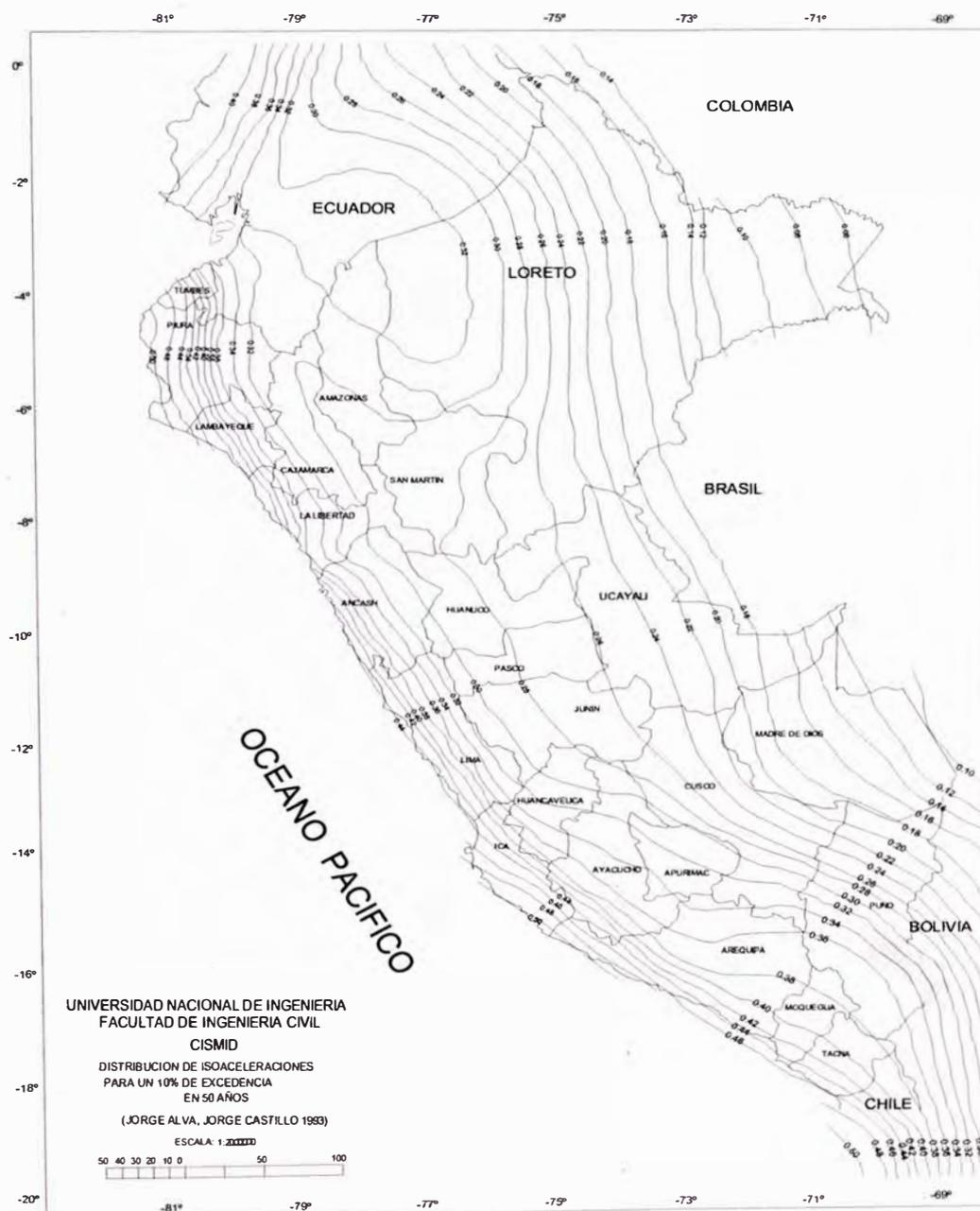
GRÁFICO N° 09
MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE MÁXIMA INTENSIDAD SÍSMICA



En tal sentido, el valor de la aceleración máxima de diseño para los análisis de estabilidad de los taludes superiores de la carretera, de acuerdo al mapa de isoaceleraciones mostrado en el Grafico N° 10, considerando una vida útil de 50 años y un periodo de retorno de 500 años, para nuestra zona de estudio, se indica a seguir:

$$a_{\max} = 0.32 \text{ g (para un periodo de retorno de 500 años)}$$

GRÁFICO N° 10
MAPA DE ISOACELERACIONES



Es aceptado internacionalmente, que el coeficiente sísmico a ser considerado en el análisis de condiciones pseudoestáticas de diseño de taludes, sea obtenido como una fracción que varía entre 1/2 a 1/3 de la máxima aceleración esperada. Esta recomendación es consistente con las recomendaciones del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos. En consecuencia, para el caso del análisis pseudo-estático de estabilidad de los taludes a la margen izquierda del tramo km 166+500 al km 166+800, se considera un valor de aceleración básica de diseño horizontal de 1/2 de la aceleración pico, es decir 0.16 g como el valor de la aceleración básica de diseño.

$$a_{\text{diseño}} = 0.16 \text{ g (para un periodo de retorno de 500 años)}$$

4.2.6 Estudios Geomecánicos

Para el caso de este estudio no se realizaron estudios geomecánicos para el macizo rocoso ubicado en el talud superior, por lo que nos apoyamos en el programa **RocLab** para la obtención de datos fiables de las propiedades del macizo rocoso.

El programa **RocLab** proporciona una puesta a punto sencilla e intuitiva del criterio de rotura de Hoek-Brown, que permite al usuario una fácil obtención de estimaciones fiables de propiedades del macizo rocoso, así como también la visualización de los efectos que el cambio de parámetros del macizo rocoso produce sobre la envolvente de rotura. La tarea de determinar propiedades del macizo rocoso no es normalmente un fin en sí mismo. Esta tarea se realiza para proporcionar datos de entrada a los programas de análisis numérico, que requieren definición de las propiedades del material para ejecutar cálculos de estabilidad o análisis de tensiones.

Las propiedades determinadas por **RocLab** se emplearán como datos de entrada en el programa de análisis numérico a emplear para el análisis de taludes, que en este caso será el **Slide 5.0** (análisis de estabilidad de taludes mediante equilibrio límite).

El *Cuadro N° 28* "Propiedades del Macizo Rcoso", muestra los parámetros arrojados para el macizo rocoso, que nos proporcionan una envolvente de falla, calculados por el programa RocLab, los cuales servirán de datos de entrada para el análisis de falla planar con el programa de análisis numérico Slide 5.0. De la misma forma el *Cuadro N° 29* muestra las características geotécnicas de los

materiales coluviales y aluviales. Debido a que no se tuvo oportunidad de realizar ensayos en laboratorio, estos valores son teóricos, tomados de datos generales presentadas en tablas que adjuntamos a este Informe en el Anexo 07.

CUADRO N° 28
PROPIEDADES DEL MACIZO ROCOSO

MACIZO ROCOSO	mb	s	a
	0.345	0.000653392	0.5037773

CUADRO N° 29
**PROPIEDADES GEOTECNICAS DE MATERIALES COLUVIALES Y
 ALUVIALES**

SUELO	Densidad Seca (KN/m³)	Corte Directo	
		Cohesión (KPa)	Angulo de Fricción Residual Ø
M REPRESENTATIVA (Coluvial)	20	25	32°
M REPRESENTATIVA (Aluvial)	20	15	32°

4.2.7 Factor de Seguridad

El factor de seguridad, viene a ser la relación que existe entre las fuerzas que resisten, propias de la roca versus las fuerzas que inducen el deslizamiento, debido al peso de la masa de roca.

Para la etapa previa a la ampliación del ancho de la carretera, se ha considerado un F.S.=1.7 para condiciones estáticas y un F.S.=1.2 en condiciones pseudoestáticas, siendo estos valores los recomendados por ICOLD en Taling Disposal Today. EL Cuadro N° 30, "Criterios para Seleccionar un Factor de Seguridad para el Diseño de Taludes", muestra las consideraciones a tomar para la elección de un F.S. Cabe indicar que un factor de seguridad pseudoestático mayor que 1.0 no significa que el talud del tajo no se moverá durante un terremoto. Lo que probablemente ocurrirá es que los desplazamientos serán mínimos y no se producirán daños.

CUADRO N° 30
CRITERIOS PARA SELECCIONAR UN FACTOR DE SEGURIDAD PARA EL
DISEÑO DE TALUDES

CASO	F.S.
Si puede ocurrir la pérdida de vidas humanas al fallar el talud	1.7
Si la falla puede producir la pérdida de más del 30% de la inversión de la obra específica o pérdidas consideradas importantes.	1.5
Si se pueden producir pérdidas económicas no muy importantes.	1.3
Si la falla del talud no causa daños.	1.2

4.2.8 Análisis de Estabilidad en Condiciones Estáticas y pseudoestáticas

En el análisis de condiciones estáticas se analiza por equilibrio limite y el método simplificado de Bishop los cuales permiten realizar un análisis bidimensional completamente integrados utilizando el programa SLIDE, desarrollado por el Instituto Rocscience Inc., de la Universidad de Ontario, Canadá., y en condiciones seudo estáticas en función de las isoaceleraciones para un 10 % de excedencia en 50 años, que da un periodo de retorno de 475 años; se ha utilizado como coeficiente sísmico la mitad del valor de la máxima aceleración esperada.

Se analizó para dos escenarios: el primero, previamente a la ampliación del ancho de la vía a la cual denominamos "Sin Proyecto"; el segundo, una vez realizada la ampliación de la vía con los cortes respectivos de taludes con 1V:4H (Ver secciones transversales en Anexo 09), al cual denominamos "Con Proyecto".

Se ha evaluado la zona más crítica del tramo correspondiente al perfil topográfico en la progresiva km 166+590.

Los Gráficos N° 11, N° 12, N° 13 y N° 14 muestran los diferentes escenarios en los que se evaluó la estabilidad de los taludes.

GRÁFICO Nº 11

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUD ESTÁTICO SIN PROYECTO

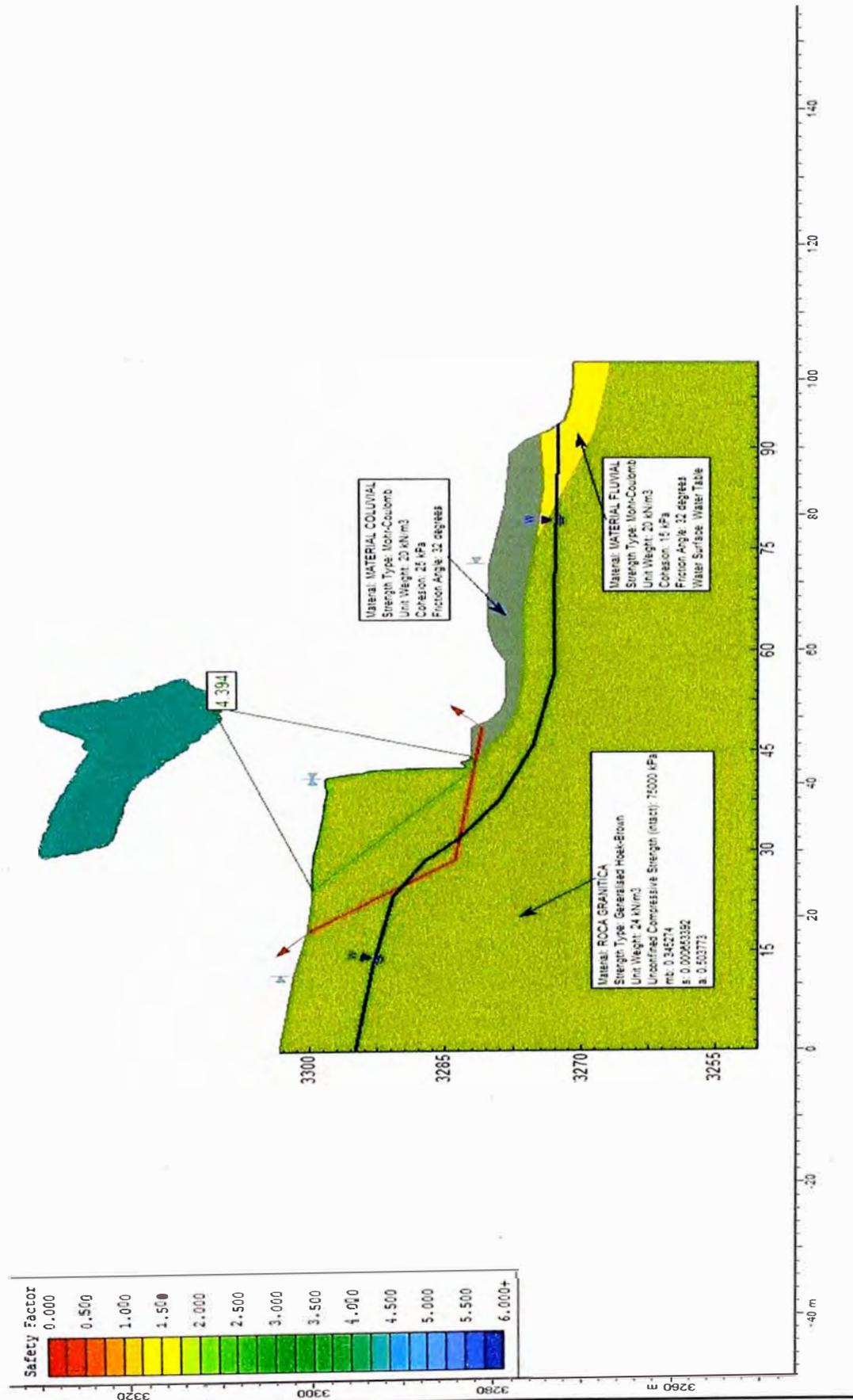


GRÁFICO Nº 12

ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUD SEUDOESTATICO SIN PROYECTO

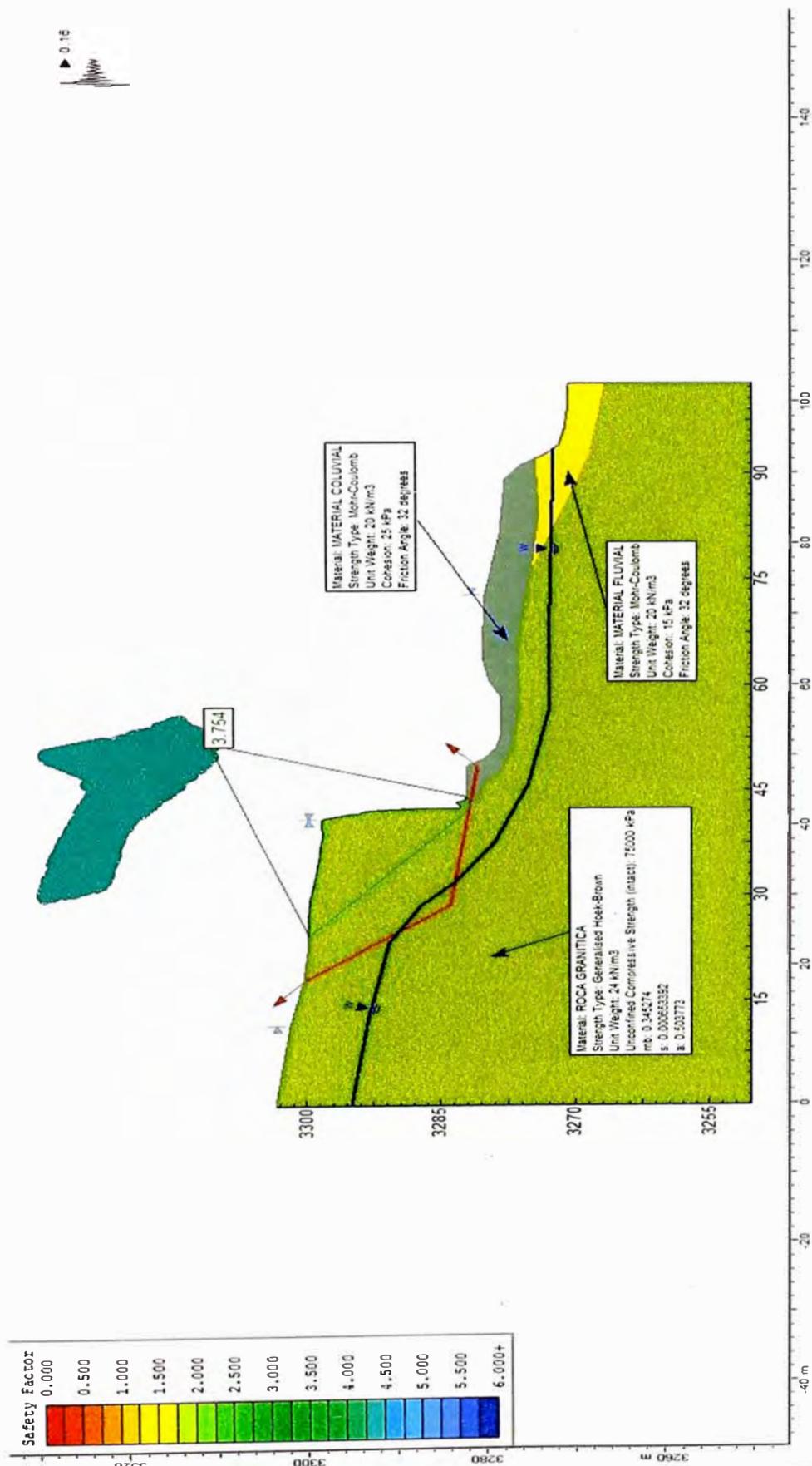


GRÁFICO Nº 13 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUD ESTÁTICO CON PROYECTO

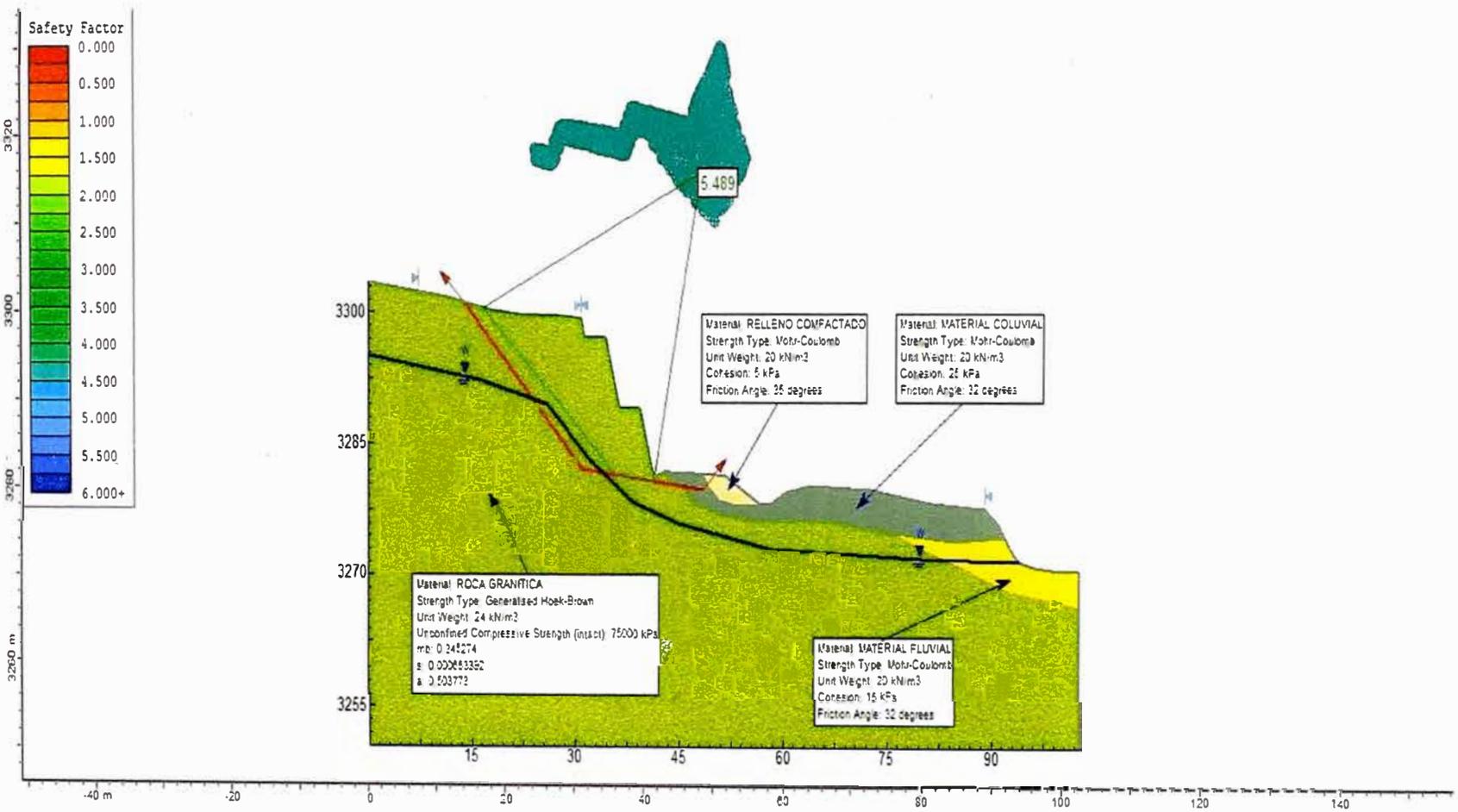
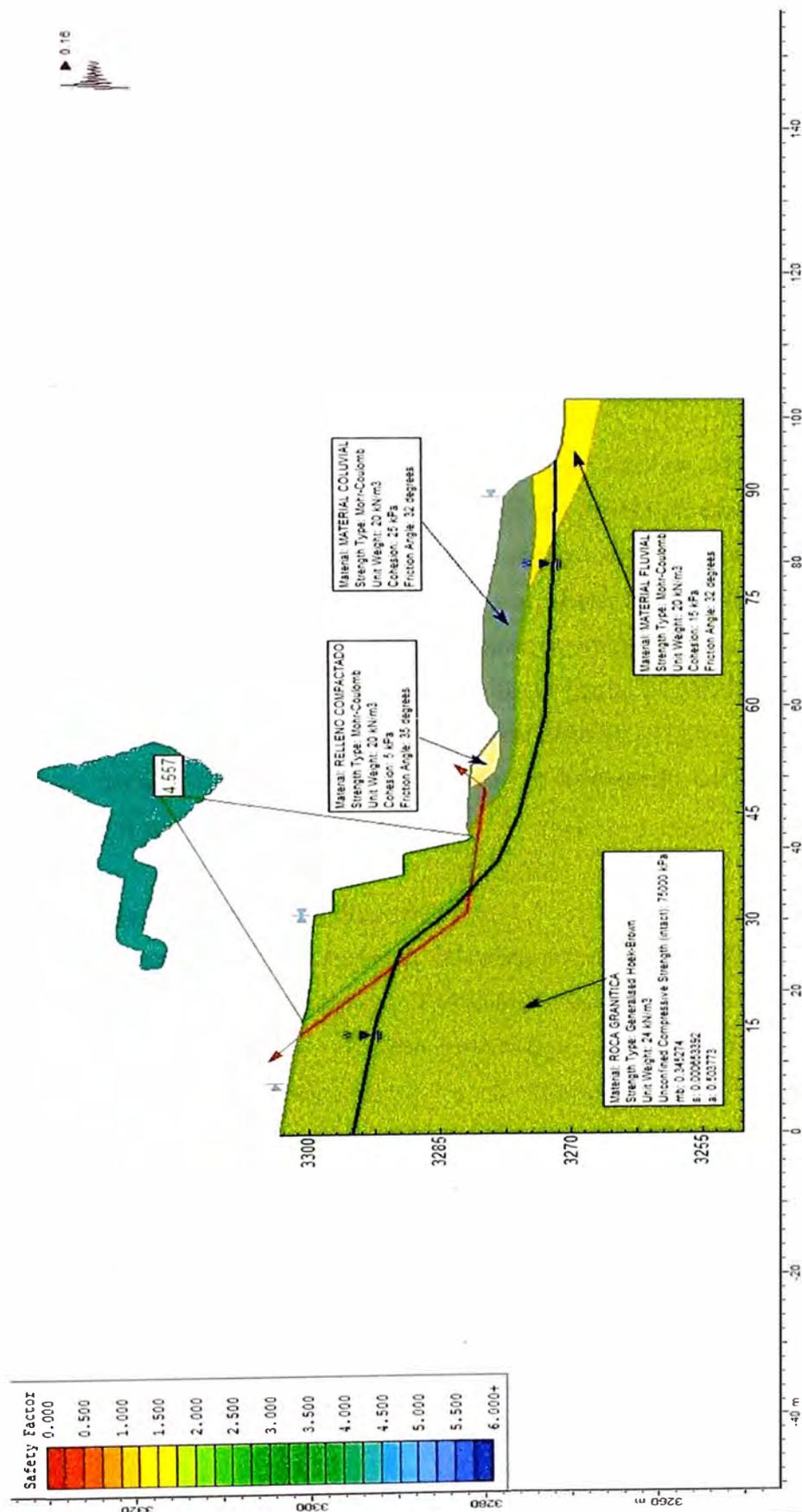


GRÁFICO Nº 14 ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUD SEUDOESTATICO CON PROYECTO



CUADRO N° 31**RESULTADOS DEL ANALISIS DE ESTABILIDAD SIN PROYECTO**

ANÁLISIS	PERFIL	FS_{CALCULADO}	FS_{MÍNIMO}	CONDICIÓN
Estático	Km 166+590	4.394	1.70	Estable
Seudoestático	Km 166+590	3.754	1.20	Estable

CUADRO N° 32**RESULTADOS DEL ANALISIS DE ESTABILIDAD CON PROYECTO**

ANÁLISIS	PERFIL	FS_{CALCULADO}	FS_{MÍNIMO}	CONDICIÓN
Estático	Km 166+590	5.489	1.70	Estable
Seudoestático	Km 166+590	4.557	1.20	Estable

De los Cuadros N° 31 y N° 32, los cuales muestran los factores de seguridad (FS) en los diferentes escenarios analizados, podemos concluir que se da la condición de estable antes y después de haber realizado los cortes en los taludes con la finalidad de ampliar el ancho de la vía. Para este último, mejora considerablemente, debido a que la geodinámica externa de la zona se presentan desprendimientos naturales de de roca de la parte superior del talud, obligando a contemplar un dispositivo de protección a este fenómeno, por lo que se propone realizar cortes escalonados en los taludes formando bermas de un ancho mínimo de 3.0 m a una altura de 8.0m.

4.2.9 Dispositivos de Protección y Seguridad

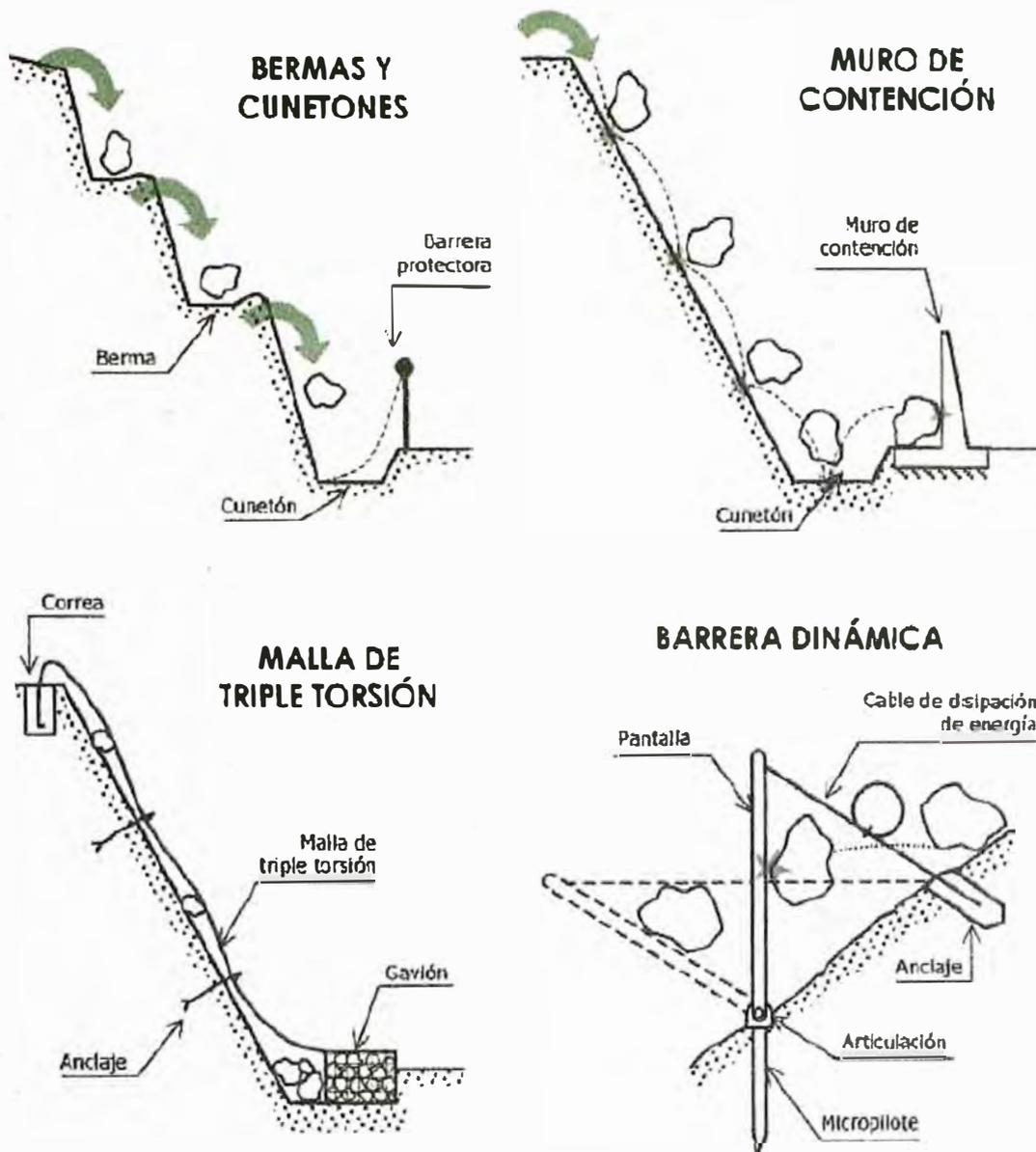
En cualquier tipo de ladera, especialmente en aquellas excavadas artificialmente, se corre el riesgo de que se produzcan desprendimientos superficiales de fragmentos rocosos que se hallan en equilibrio inestable. El detonante de estos desprendimientos tiene orígenes muy variados y va desde la propia erosión del material rocoso hasta pequeñas perturbaciones sísmicas, pasando por fenómenos de reptación del terreno provocados por la presencia de agua.

Existen diversas medidas de protección de carreteras contra este tipo de fenómenos gravitacionales; la implantación del sistema adecuado dependerá de las condiciones del entorno y de la calidad del propio talud. Destacamos las siguientes:

- **Bermas y Cunetones:** Los taludes de gran altura con desprendimientos ocasionales pueden escalonarse, construyendo para ello diversas bermas cuya misión es amortiguar la caída de las rocas procedentes de la coronación, reduciendo de esta forma su energía y velocidad, e impidiendo su penetración en la calzada. El dispositivo se completa con una amplia cuneta de recepción y almacenamiento en el pie del desmote y una barrera de protección situada entre dicha cuneta y la carretera.
- **Muros de Contención:** Se construyen en el pie del desmote siguiendo el eje de la vía a la que protegen. Suelen ser de concreto armado, lo que los hace resistentes a cualquier impacto y permiten la acumulación de rocas en la cuneta de almacenamiento existente.
- **Mallas de Triple Torsión:** Este tipo de elementos cubren la totalidad de la superficie sospechosa de desprendimiento, impidiendo la salida de cualquier fragmento rocoso al exterior. La malla se sujeta firmemente en la coronación del terraplén mediante correas de anclaje, lastrándose en el pie del mismo empleándose barras de acero o gaviones, jaulas metálicas de forma cubica rellenas de material pétreo. Así mismo es conveniente disponer puntos de anclaje cada 2 o 3 m. a lo largo del talud para ceñir la malla al terreno, aunque no excesivamente para evitar bolsas de acumulación de fragmentos.
- **Barreras Dinámicas:** Surgen como evolución de las anteriores, y suponen un complemento de aquellas a la hora de detener bloques de gran tamaño. El sistema se fundamenta en la absorción de impactos mediante la progresiva disipación de su energía cinética, convirtiéndola en trabajo de frenado. Para ello, se dispone una malla de cables de acero montada sobre postes metálicos articulados en su base, a los que van unidos cables de disipación de energía, que son los que efectúan la detención.

El *Gráfico N° 15*, muestra las diferentes alternativas de protección, explicadas anteriormente, contra la geodinámica externa de los taludes rocosos.

GRÁFICO Nº 15 SISTEMAS DE CONTENCIÓN EN TALUDES



CONCLUSIONES

- Se identificó como el principal problema, la falta de interconexión socioeconómica de los pueblos del valle del río Cañete y la poca fluidez de tráfico existente entre los departamentos de Lima y Junín, a través de la carretera Cañete – Yauyos – Huancayo. Todo esto relacionado a la falta de una adecuada vía, la cual en la actualidad presenta un deficiente trazo geométrico, anchos de carriles angostos y deficiente capacidad de soporte para atender las solicitudes de las cargas de los vehículos.
- Para la oferta del proyecto se escogió la *Alternativa 2*, que corresponde a una ampliación y mejoramiento con superficie de rodadura, un tratamiento superficial bicapa de espesor aproximado igual a 2.0 cm. Se opta por esta alternativa debido a que nuestro tráfico de ejes equivalentes a transitar $W_{18} = 1.69E+06$, no es considerado como un tráfico muy exigente. Además, considerando costos y la facilidad de mantenimiento, la *Alternativa 2* es mucho más rentable para los 10 años del horizonte del proyecto.
- El diseño del pavimento se desarrollo por el método AASHTO – 93 en sus dos métodos, reconociendo que el primer método es el más efectivo por lo que, en este primer método se obtiene en primera instancia una capa de TSB de 2 cm, una base de 6" y una subbase de 11". Se vio por conveniente recalcular y redistribuir estos espesores a un TSB de 2 cm, una base de 8" y una subbase de 8.8" debido a que con esta última redistribución el proceso constructivo será mecánico, ya que se tendrán que compactar espesores menores de material granular.
- La ampliación de la carretera por medio de cortes en los taludes en forma escalonada y con bermas, que se sitúan a la margen izquierda de la vía con inclinaciones de 1H: 4V, según nuestro estudio de estabilidad de taludes, no alteraran su condición geomecánica, ya que los factores de seguridad hallados están por encima de los recomendados por la USACE E ICOLD, garantizándonos buena estabilidad antes y después del proyecto.
- Implementando las acciones de Ampliación y Mejoramiento de la carretera Cañete – Yauyos – Huancayo del km 166+500 al km 166+800, se dará solución al problema central identificado, ya que el flujo de tránsito se incrementará interconectando a los pueblos del valle del río Cañete, bajando costos de transporte y sirviendo de vía alterna a la Carretera Central para el tránsito de Lima a Huancayo y viceversa.

RECOMENDACIONES

- En los análisis económicos de un estudio de pre inversión, no solo debemos de considerar los resultados meramente numéricos que obtenemos para decidir por una u otra alternativa de solución, también debemos de analizar considerando aspectos técnicos y apoyándonos en nuestra experiencia de algunos proyectos similares, ya que estos podrían a la larga resultar más beneficiosos.
- La utilización del método AASHTO-93 para el diseño de pavimentos, es el más idóneo para utilizarlo en nuestro medio, ya que es el método que más se ajusta a nuestro entorno, siendo por ello recomendado y aceptado por las entidades gubernamentales de nuestro país.
- Se recomienda utilizar conceptos mecanicistas en los diseños de pavimentos lo cual sería un modelo más apropiado para el cálculo del Módulo Resiliente, que consiste en la aplicación de cargas cíclicas por largos periodos.
- Durante la ejecución de los proyectos viales en carreteras existentes, se recomienda no interrumpir el tránsito, además de salvaguardar las vidas de las personas que participan de la obra y terceros, por lo que se recomienda considerar actividades para el mantenimiento de tránsito y seguridad vial en forma permanente durante todo el periodo de construcción de esta.
- Como parte del cuidado del medio ambiente se debe de considerar actividades de restauración, post intervención, de las áreas afectadas durante la ejecución de los proyectos, con la finalidad de tratar de dejar estas zonas en condiciones ambientales y paisajísticas iguales o mejores que antes de ejecutar el proyecto.
- Se debe de programar tareas de evaluación de niveles de servicio y el mantenimiento rutinario y periódico para garantizar que el pavimento se conserve estructural y funcionalmente eficiente durante su periodo de vida para el cual fue diseñado.

BIBLIOGRAFIA

- IGME – Instituto Geológico y Minero de España, Manual de Ingeniería de Taludes, España 2006.
- INGEMMET – Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - Boletín N° 69 Serie – “A”
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES; Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras EG-2000; MTC, Lima, 2000.
- Pagina Web: www.erosion.com.
- PROVIAS NACIONAL, Estudio de Pre Inversión a Nivel de Factibilidad, estudio de Suelos y Pavimentos, lima 2005.
- RocLab; Análisis de la Resistencia del Macizo Rocosos Mediante el Criterio de Rotura de Hoek-Brown, 2004 Rocscience Inc., ETS Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos - Universidad de Granada, España.

ANEXOS

ANEXO 01:

EXPEDIENTE TÉCNICO

ANEXO 02:

ESTUDIO DE SUELOS

ANEXO 03:

ESTUDIO EXISTENTE DE SUELOS DEL ESTUDIO DE PRE INVERSION A NIVEL DE FACTIBILIDAD

ANEXO 04:

ESTUDIO DE CANTERAS Y FUENTES DE AGUA

ANEXO 05:

CARTAS DE VARIACION DEL COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE CAPAS DE BASE Y SUBBASE

ANEXO 06:

MEMORIA DE CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL

METODO AASHTO - 93

ANEXO 07:

CARACTERISTICAS GEOTECNICAS TEORICAS DE LOS MATERIALES

ANEXO 08:

PANEL FOTOGRAFICO

ANEXO 09:

PLANOS DE OBRA

ANEXO 01:
EXPEDIENTE TÉCNICO

MEMORIA DESCRIPTIVA

a. Antecedentes

El tramo km 166+500 al km 166+800, perteneciendo a la carretera Cañete – Yauyos – Huancayo, influye en la integración de los pueblos que esta atraviesa, además de ser considerada como una vía alterna a la ya congestionada Carretera Central, para la intercomunicación entre los departamentos de Lima y Huancayo.

El principal problema a resolver es la integración socio económica de los centros poblados del valle del Río Cañete con vía de flujo Lima –Huancayo y viceversa reflejándose en el bajo nivel socio económico actual de la población, así como en el bajo nivel de competencia en el mercado a nivel de exportación de productos de la zona.

El buen manejo y reestructuración de esta vía permitirá mitigar el problema de intercomunicación socio económico, abriendo nuevos mercados y oportunidades de negocio a los centros poblados a lo largo de la vía que se verán beneficiados, mejorando su nivel de vida, tanto económico como cultural.

b. Objetivo

El objetivo general del proyecto es la ampliación del ancho de vía a dos carriles, mejorando las condiciones técnicas y la eficiencia del tránsito, a fin de contribuir eficazmente en el desarrollo y la integración física de la Sierra Central y la Costa Peruana.

c. Ubicación del Proyecto

El proyecto “Ampliación y Mejoramiento de la Carretera Cañete – Yauyos – Huancayo del Tramo km 166+500 al km 166+800”, está localizado en el departamento de Lima, provincia de Yauyos, distrito de Alis, localidad de Alis.

d. Acceso a la Zona del Proyecto

Desde Lima el acceso a la zona del proyecto es por vía terrestre siguiendo la panamericana Sur, pasando por la provincia de Cañete en el departamento de Lima y luego a través de la ruta Cañete – Yauyos – Chupaca.

e. Información Topográfica

Los terrenos por donde transcurre la carretera del proyecto son escarpados y ondulados en la mayoría de su tramo, presentando zonas puntuales accidentadas.

f. Estado Actual de la Carretera

La carretera en su tramo km 166+500 al km 166+800, se ubica a una altura promedio de 3250 m.s.n.m. La vía se desarrolla en la ladera del río Alis en la margen derecha con respecto al sentido del flujo de agua.

La vía se encuentra a nivel de trocha, con un moderado mantenimiento de transitabilidad que hace factible la circulación de vehículos livianos y de vehículos pesados. Presenta un ancho de vía existente que varía entre los 3.00 y 4.00 metros haciendo dificultoso el tránsito en doble sentido.

De los datos del estudio de suelos a lo largo de eje existente, se concluye que está compuesta en su mayoría por materiales granulares angulosos, los cuales presentan una capacidad de soporte buena con valores de CRB superiores a 20%.

g. Descripción del Proyecto

El tramo se inicia en el km 166+500 y culmina en el km 166+800, con una longitud total de 300m, con un ancho de calzada propuesto según diseño geométrico de 6.60 m., con bermas de 1.20 m.

El proyecto propone la ampliación de la vía existente a dos carriles para la existencia del tránsito en ambos sentidos, disponiendo para esto el corte de taludes de la margen izquierda de la carretera apoyándonos en un estudio de estabilidad de taludes previo y post construcción, el cual nos sugiere la ejecución, en los cortes de talud en forma escalonada con la ejecución de bermas como medidas de protección a fenómenos gravitacionales (desprendimiento continuo de pequeños bloques de roca). Como complemento se construye un pavimento adecuadamente estructurado que soporte las solicitaciones de cargas de los vehículos proyectados a circular por la vía a través del tiempo para el cual fue diseñado.

El *Cuadro N° 30*, muestra los espesores de las capas del pavimento ofertado para este tramo de la carretera.

CUADRO N° 33
ESPEORES DE CAPA OFERTADOS

CAPA	ESPEORES cm.
TSB	2.0
BASE	20
SUBBASE	22

Las actividades principales contempladas son: procesamiento de material de subbase y base, transporte de material, colocación de material granular (subbase y base), imprimación a nivel de base granular, transporte de agregados para las capas de TSB, voladura en los taludes de roca, perfilado de taludes y transporte de material excedente.

h. Especificaciones Técnicas

Las exigencias de calidad de los materiales, equipos, procesos constructivos y control durante y después de las actividades contempladas dentro de este proyecto, se deben ceñir a lo indicado en las Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000 elaborada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, las cuales servirán de base para la elaboración de las especificaciones Técnicas de Servicio Particulares para este proyecto.

Por fines prácticos del desarrollo del presente informe, se ha desarrollado las especificaciones técnicas referidas únicamente para las especialidades que involucran este informe en particular, las cuales describimos a continuación:

- **TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN**

Objetivo

Establecer los criterios y orientaciones para el desarrollo de los servicios de topografía y georeferenciación a la construcción y/o mantenimiento de la Carretera Cañete – Yauyos – Huancayo del km 166+500 al km 166+800.

Alcance

Comprende todos los servicios de topografía y georeferenciación del tramo.

Realización del Servicio

Replanteo

En base a los planos y levantamientos topográficos de la Ingeniería de Detalles, sus referencias y Boletines de Medición se procederá al replanteo general de la obra, en el que de ser necesario se efectuarán los ajustes necesarios a las condiciones reales encontradas en el terreno.

Se instalará puntos de control topográfico estableciendo en cada uno de ellos sus coordenadas geográficas en sistema UTM.

La información y registros sobre estos trabajos, deberá estar disponible en todo momento para su revisión y control por el Supervisor.

Recursos Necesarios

El personal, equipo y materiales deberá cumplir con los siguientes requisitos:

(a) Personal: Las cuadrillas de topografía estarán bajo el mando y control de un Ingeniero especializado en topografía con lo menos 3 años de experiencia.

(b) Equipo: Los servicios deben ser realizados a través del uso de estación total y accesorios, capaz de trabajar dentro de los rangos de tolerancia especificados. Así mismo se debe proveer el equipo de soporte para el cálculo, procesamiento y dibujo.

(c) Materiales: Se proveerá suficiente material adecuado para la cimentación, monumentación, estacado, pintura y herramientas adecuadas. Las estacas deben tener área suficiente que permita anotar marcas legibles.

Consideraciones Iniciales

Antes del inicio de los trabajos se deberá definir sobre la ubicación de los puntos de control geográfico, el sistema de campo a emplear, la monumentación, sus referencias, tipo de marcas en las estacas, colores y el resguardo que se implementará en cada caso.

Los formatos a utilizar serán previamente concordados con el Supervisor y toda la información de campo, su procesamiento y documentos de soporte serán de propiedad del MTC una vez completados los trabajos. Esta documentación será organizada y archivada en medios electrónicos. El registro básico del proceso es el globo de datos generados durante el levantamiento por estación total.

Realización de los Trabajos

Los trabajos de Topografía y Georeferenciación comprenden los siguientes aspectos:

(a) Georeferenciación:

La georeferenciación se hará estableciendo puntos de control geográfico mediante coordenadas UTM con una equidistancia aproximada de 10 km. ubicados a lo largo de la carretera. Los puntos seleccionados estarán en lugares cercanos y accesibles que no sean afectados por las obras o por el tráfico vehicular y peatonal. Los puntos serán monumentados en concreto con una placa de bronce en su parte superior en el que se definirá el punto por la intersección de dos líneas. Estos puntos servirán de base para todo el trabajo topográfico y a ellos estarán referidos los puntos de control y los del replanteo de la vía.

(b) Puntos de Control:

Los puntos de control horizontal y vertical que puedan ser afectados por las obras deben ser reubicados en áreas en que no sean disturbadas por las operaciones constructivas.

Se deberán establecer las coordenadas y elevaciones para los puntos reubicados antes que los puntos iniciales sean disturbados.

El ajuste de los trabajos topográficos será efectuado con relación a dos puntos de control geográfico contiguos, ubicados a no más de 10 km.

(c) Sección Transversal

Las secciones transversales del terreno natural deberán ser referidas al eje de la carretera y tomadas perpendicularmente al mismo. El espaciamiento entre secciones no deberá ser mayor de 20 m. en tramos en tangente y de 10 m. en tramos de curvas. En caso de quiebres en la topografía se tomarán secciones adicionales en los puntos de quiebre o por lo menos cada 5 m.

Se tomarán puntos de la sección transversal con la suficiente extensión para que puedan entrar los taludes de corte y relleno hasta los límites necesarios. Las secciones además deben extenderse lo suficiente para evidenciar la presencia de edificaciones, cultivos, línea férrea, canales, etc. que por estar cercanas al trazo de la vía podrían ser afectadas por las obras de carretera, así como por el desagüe de las alcantarillas. Todas las dimensiones de la sección transversal serán reducidas al horizonte desde el eje de la vía.

(d) Estacas de Talud y Referencias

Se deberán establecer estacas de talud de corte y relleno en los bordes de cada sección transversal. Las estacas de talud establecen en el campo el punto de intersección de los taludes de la sección transversal del diseño de la carretera con la traza del terreno natural. Las estacas de talud deben ser ubicadas fuera de los límites de la limpieza del terreno y en dichas estacas se inscribirán las referencias de cada punto e información del talud a construir conjuntamente con los datos de medición.

(e) Límites de Limpieza y Roce

Los límites para los trabajos de limpieza y roce deben ser establecidos en ambos lados de la línea del eje en cada sección de la carretera.

(f) Restablecimiento de la línea del eje

La línea del eje será restablecida a partir de los puntos de control. El espaciamiento entre puntos del eje no debe exceder de 20 m. en tangente y de 10 m. en curvas.

El estacado debe ser restablecido cuantas veces sea necesario para la ejecución de cada etapa de la obra, para lo cual se deben resguardar los puntos de referencia.

(g) Elementos de Drenaje

Los elementos de drenaje deberán ser estacados para fijarlos a las condiciones del terreno. Se deberá considerar lo siguiente:

- Relevamiento del perfil del terreno a lo largo del eje de la estructura de drenaje que permita apreciar el terreno natural, la línea de flujo, la sección de la carretera y el elemento de drenaje.
- Ubicación de los puntos de ubicación de los elementos de ingreso y salida de la estructura.
- Determinar y definir los puntos que sean necesarios para determinar la longitud de los elementos de drenaje y del tratamiento de sus ingresos y salidas.

(h) Muros de Contención

Se deberá relevar el perfil longitudinal del terreno a lo largo de la cara del muro propuesto. Cada 5 m. y en donde existan quiebres del terreno se deben tomar secciones transversales hasta los límites necesarios. Ubicar referencias adecuadas y puntos de control horizontal y vertical.

(i) Canteras

Se debe establecer los trabajos topográficos esenciales referenciados en coordenadas UTM de las canteras de préstamo. Se debe colocar una línea de base referenciada, límites de la cantera y los límites de limpieza. También se deberán efectuar secciones transversales de toda el área de la cantera referida a la línea de base. Estas secciones deberán ser tomadas antes del inicio de la limpieza y explotación, y después de concluida la obra y cuando hayan sido cumplidas las disposiciones de conservación de medio ambiente sobre el tratamiento de canteras. En los casos de canteras de lechos de ríos, no será necesario tomar los perfiles en la cantera, los volúmenes serán medidos de acuerdo al consumo del servicio efectivamente ejecutado.

(j) Monumentación

Todos los hitos y monumentación permanente que se coloquen durante la ejecución de la vía deberán ser materia de levantamiento topográfico y referenciación.

Criterios de Aceptación

Los trabajos de topografía y de control estarán concordantes con las tolerancias que se dan en la tabla abajo.

Tolerancias Fase de trabajo	Tolerancias Fase de trabajo	
	Horizontal	Vertical
Georeferenciación	1: 100000	± 5 mm.
Puntos de Control	1: 10000	± 5 mm.
Tolerancias Fase de trabajo	Tolerancias Fase de trabajo	
	Horizontal	Vertical
Puntos del eje, (PC), (PT), puntos en curva y referencias	1: 5000	± 10 mm.
Otros puntos del eje	± 50 mm.	± 100 mm.
Sección transversal y estacas de talud	± 50 mm.	± 100 mm.
Alcantarillas, cunetas y estructuras menores	± 50 mm.	± 20 mm.
Muros de contención	± 20 mm.	± 10 mm.
Límites para roce y limpieza	± 500 mm.	--
Estacas de subrasante	± 50 mm.	±10 mm.
Estacas de rasante	± 50 mm.	± 10 mm.

Medición

La topografía y georeferenciación se medirá en forma directamente proporcional a cada km, se deberá adjuntar como sustento de medición para este ítem, la planilla que indique los trabajos realizados con el visto bueno de la Supervisión.

Pago

Ítem de Pago	Unidad de Pago
Topografía y Georeferenciación	Kilómetro (km)

- **DESBROCE Y LIMPIEZA**

Objetivo

Establecer los criterios y orientaciones para el desarrollo de los servicios de desbroce y limpieza referentes al proyecto de la Carretera Cañete – Yauyos – Huancayo del km 166+500 al km 166+800.

Alcance

Comprende todos los servicios de desbroce y limpieza del proyecto, de zonas boscosas o no.

Realización del Servicio

Generalidades

Este trabajo consiste en el desbroce y limpieza del terreno natural en las áreas que ocuparán las obras del proyecto vial (incluidas entre otras, las obras provisionales, canteras, desvíos y accesos) y las zonas o fajas laterales reservadas para la vía, que se encuentren cubiertas de rastrojo, maleza, bosque, pastos, cultivos, etc., incluyendo la remoción de tocones, raíces, escombros y basuras, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar los demás trabajos.

Clasificación

El desbroce y limpieza se clasificará de acuerdo con los siguientes criterios:

- **Desbroce y limpieza en bosque**

Comprende la tala de árboles, remoción de tocones, desraíce y limpieza de las zonas donde la vegetación se presenta en forma de bosque continuo.

Los cortes de vegetación en las zonas próximas a los bordes laterales del derecho de vía, deben hacerse con el debido cuidado, a fin de evitar daños considerables en los suelos de las zonas adyacentes y deterioro a otra vegetación cercana. Todos los árboles que se talen, según el trazado de la carretera, deben orientarse para que caigan sobre la vía, evitando de esa manera afectar la vegetación no involucrada.

Debe mantenerse, en la medida de lo posible, el contacto del dosel forestal, con la finalidad de permitir el movimiento de especies de la fauna, principalmente de primates.

– **Desbroce y limpieza en zonas no boscosas**

Comprende el desraíce y la limpieza en zonas cubiertas de pastos, rastrojo, maleza, escombros, cultivos y arbustos.

También comprende la remoción total de árboles aislados o grupos de árboles dentro de superficies que no presenten características de bosque continuo. En esta actividad se deberá proteger las especies de flora y fauna que hacen uso de la zona a ser afectada, dañando lo menos posible y sin hacer desbroces innecesarios, así como también considerar al entorno socioeconómico protegiendo áreas con interés económico.

Materiales

Los materiales obtenidos como resultado de la ejecución de los trabajos de desbroce y limpieza, se depositarán en lugares adecuados. Los materiales también pueden ser depositados en sitios cercanos a las áreas que deberán ser revegetadas después de su utilización en el proyecto como campamentos, plantas industriales, botaderos, canteras, etc.

El volumen obtenido por esta labor no se depositará por ningún motivo en lugares donde interrumpa alguna vía altamente transitada o zonas que sean utilizadas por la población como acceso a centros de importancia social, salvo si el Supervisor lo autoriza por circunstancias de fuerza mayor.

Equipo

El equipo empleado para la ejecución de los trabajos de desbroce y limpieza deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajuste al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de la especificación.

Los equipos que se empleen deben contar con adecuados sistemas de silenciadores, sobre todo si se trabaja en zonas vulnerables o se perturba la tranquilidad del entorno.

Aceptación de los Trabajos

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

- Verificar la disponibilidad de todos los permisos requeridos.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos aplicados.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que la disposición de los materiales obtenidos de los trabajos de desbroce y limpieza se ajuste a las exigencias de la presente especificación y todas las disposiciones legales vigentes.
- Verificar y aprobar las mediciones por los servicios ejecutados.
- Señalar todos los árboles que deban quedar de pie y ordenar las medidas para evitar que sean dañados.

Se aplicará las acciones y los procedimientos constructivos recomendados en los respectivos estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales. La actividad de desbroce y limpieza se considerará terminada cuando la zona quede despejada para permitir que se continúe con las siguientes actividades de la construcción.

Medición

La unidad de medida del área desbrozada y limpiada será la hectárea (ha), aproximada al décimo de hectárea, de la superficie plana o inclinada efectivamente limpiada y desbrozada satisfactoriamente, dentro de las zonas señaladas en los planos o conforme establecido en el campo, con la finalidad de minimizar el área desbrozada al necesario para la ejecución de las obras en cumplimiento a las normas vigentes.

Pago

Ítem de Pago	Unidad de Pago
Desbroce y Limpieza en bosque	Hectárea (ha)
Desbroce y Limpieza en zonas no boscosas	Hectárea (ha)
Desbroce y Limpieza en bosque para protección ambiental	Hectárea (ha)
Desbroce y Limpieza en zonas no boscosas para protección ambiental	Hectárea (ha)

- **EXCAVACIÓN**

Objetivo

Establecer los criterios y orientaciones para el desarrollo de las actividades y excavaciones referentes al proyecto de la Carretera Cañete – Yauyos – Huancayo del km 166+500 al km 166+800.

Alcance

Comprende todos los servicios de excavaciones necesarios para el desarrollo de la construcción y/o mantenimiento del proyecto referenciado, incluso en zonas de préstamo (canteras).

Realización del Servicio

Generalidades

Este trabajo consiste en el conjunto de las actividades de excavar y cargar, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación y préstamos, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto.

Excavación para la Explanación

El trabajo comprende el conjunto de actividades de excavación de las zonas comprendidas dentro del prisma donde ha de fundarse la carretera, incluyendo taludes; así como las excavaciones necesarias para el ensanche o modificación del alineamiento horizontal o vertical de plataformas existentes.

Excavación Complementaria

El trabajo comprende las excavaciones necesarias para el drenaje de la excavación para la explanación, que pueden ser zanjas interceptoras y acequias, así como el mejoramiento de obras similares existentes y de cauces naturales.

Excavación en Zonas de Préstamo

El trabajo comprende el conjunto de las actividades para explotar los materiales adicionales a los volúmenes provenientes de la excavación de la explanación, requeridos para la construcción de los terraplenes.

Clasificación

– Excavación en Roca Fija

Comprende la excavación de masas de rocas que, debido a su cementación y consolidación, requieren el empleo de material de perforación y utilización de explosivos o martillos rompedores para excavación en frío.

Comprende, también, la excavación de bloques con volumen individual mayor de un metro cúbico (1 m^3), procedentes de macizos alterados o de masas transportadas o acumuladas por acción natural, que para su fragmentación requieran el uso de explosivos.

– Excavación en Roca Suelta

Comprende la excavación de masas de rocas fragmentadas e intemperizadas que no requieren el empleo de explosivos o cuando se necesite la utilización de ripper de tractores de orugas con potencias superior a 270 hp.

– Excavación en material suelto

Comprende la excavación de materiales no cubiertos por los apartados anteriores, que requieren para su remoción equipos mecánicos convencionales.

En las excavaciones clasificadas, se debe tener presente las verificaciones previas de los niveles de la napa freática, para evitar su contaminación y otros aspectos colaterales.

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 las Especificaciones Técnicas del Contrato.

Los materiales provenientes de la excavación que presenten buenas características para uso en la construcción de la vía, serán reservados para colocarlos posteriormente.

Los materiales de excavación que no sean utilizables deberán ser colocados en zonas aprobadas para botaderos.

El depósito temporal de los materiales no deberá interrumpir vías o zonas de acceso de importancia local.

Los materiales adicionales que se requieran para las obras, se extraerán de las zonas de préstamo definidas en el Proyecto, y deberán cumplir con las características establecidas en las Especificaciones Técnicas correspondientes.

Equipo

Se utilizarán los equipos 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, según el programa de trabajo, que permita el desarrollo de las etapas constructivas siguientes.

Los equipos de excavación deberán disponer de sistemas de silenciadores cuando se trabaje cerca a zonas ambientalmente sensibles, tales como colegios, hospitales y otros especificados en el Estudio de Impacto Socio Ambiental.

Requerimientos de Construcción

– Excavación

Las obras de excavación deberán avanzar en forma coordinada con las de drenaje del proyecto, tales como alcantarillas, desagües, alivios de cunetas y construcción de filtros. Además se debe garantizar el correcto funcionamiento del drenaje y controlar fenómenos de erosión e inestabilidad. La secuencia de todas las operaciones de excavación debe ser tal, que asegure la utilización de todos los materiales aptos y necesarios para la construcción de las obras señaladas en los planos del proyecto.

La excavación de la explanación se debe ejecutar de acuerdo con las secciones transversales del proyecto.

En la construcción de terraplenes sobre terreno inclinado o a media ladera, el talud de la superficie existente deberá cortarse en forma escalonada de acuerdo con los planos.

Cuando la altura de los taludes sea mayor de siete metros (7 m) o según lo especifique el Proyecto y la calidad del material por excavar lo exija, deberán construirse banquetas de corte con pendiente hacia el interior del talud a una cuneta que debe recoger y encauzar las aguas superficiales. El ancho mínimo de la terraza deberá ser tal, que permita la operación normal

de los equipos de construcción. La pendiente longitudinal de las banquetas y el dimensionamiento debe especificarse en el proyecto

Las cunetas y bermas deben construirse de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas especificadas en los planos.

Para las excavaciones en roca, los procedimientos, tipos y cantidades de explosivos y equipos que se utilicen, deberán ser previamente definidos; así como la secuencia y disposición de las voladuras, las cuales se deberán proyectar en tal forma que sea mínimo su efecto fuera de los taludes proyectados. Así mismo, se garantizará la dirección y ejecución de las excavaciones en roca, considerando lo indicado en la especificación correspondiente al Uso de Explosivos.

Toda excavación en roca se deberá profundizar ciento cincuenta milímetros (150 mm) por debajo de las cotas de subrasante. Las áreas sobreexcavadas se deben rellenar, conformar y compactar con material seleccionado proveniente de las excavaciones o con material granular.

La superficie final de la excavación en roca deberá encontrarse libre de cavidades que permitan la retención de agua y tendrá, además, pendientes transversales y longitudinales que garanticen el correcto drenaje superficial.

– ***Ensanche o modificación del alineamiento de plataformas existentes***

En los proyectos de mejoramiento de vías en donde el afirmado existente se ha de conservar, los procedimientos que se utilice deberán permitir la ejecución de los trabajos de ensanche o modificación del alineamiento, evitando la contaminación del afirmado con materiales arcillosos, orgánicos o vegetales.

– ***Taludes***

La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie y contrarrestar cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final.

Cuando los taludes excavados tengan más de tres (3) metros, y se presenten síntomas de inestabilidad, se deberán hacer terrazas o banquetas de corte y realizarán labores de sembrado de vegetación típica en la zona afectada, para evitar la erosión, ocurrencia de derrumbes o deslizamientos

que puedan interrumpir las labores de obra, así como la interrupción del tránsito en la etapa operativa aumentando los costos de mantenimiento.

Cuando sea preciso adoptar medidas especiales para la protección superficial del talud, tales como plantaciones superficiales, revestimientos, etc., estos trabajos deberán realizarse después de la excavación del talud. Estos trabajos se harán de acuerdo a lo que se estipula en las secciones 901 a 904 del manual Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2000) – Capítulo 9 – Protección Ambiental.

– **Utilización de materiales excavados y disposición de sobrantes**

Todos los materiales provenientes de las excavaciones de la explanación que sean utilizables y, según los planos y especificaciones, necesarios para la construcción o protección de terraplenes u otras partes de las obras proyectadas, se deberán utilizar en ellos.

Los materiales provenientes de la remoción de capa vegetal deberán almacenarse para su uso posterior en sitios accesibles; estos materiales se deberán usar preferentemente para el recubrimiento de los taludes de los terraplenes terminados, áreas de canteras explotadas y niveladas o donde lo disponga el Proyecto.

Los materiales sobrantes de la excavación deberán ser colocados de acuerdo con las instrucciones, en zonas aprobadas; se usarán para el tendido de los taludes de terraplenes o para emparejar las zonas laterales de la vía y de las canteras. Se dispondrán en tal forma que no ocasionen ningún perjuicio al drenaje de la carretera o a los terrenos que ocupen, a la visibilidad en la vía ni a la estabilidad de los taludes o del terreno al lado y debajo de la carretera. Todos los materiales sobrantes se deberán extender y emparejar de tal modo que permitan el drenaje de las aguas alejándolas de la vía, sin estancamiento y sin causar erosión, y se deberán conformar para presentar una buena apariencia.

Los materiales aprovechables de las excavaciones de zanjas, acequias y similares, se deberán utilizar en los terraplenes del proyecto, extender o acordonar a lo largo de los cauces excavados.

Los residuos y excedentes de las excavaciones que no hayan sido utilizados según estas disposiciones, se colocarán en los Depósitos de Deshechos (Botaderos) del Proyecto o autorizados por el Supervisor, según lo indicado

en la sección 906 del manual Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2000) – Capítulo 9 – Protección Ambiental.

– **Excavación en zonas de préstamo (canteras)**

Los materiales adicionales que se requieran para la terminación de las obras proyectadas, se obtendrán mediante el ensanche adecuado de las excavaciones del proyecto o de zonas de préstamo.

Para la excavación en zonas de préstamo se debe verificar que no se hayan producido desestabilizaciones en las áreas de corte que produzcan derrumbes y que pongan en peligro al personal de obra.

En la excavación de préstamos se seguirá todo lo pertinente a los procedimientos de ejecución de las excavaciones de la explanación y complementarios.

– **Limpieza final**

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

Aceptación de los Trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, la Supervisión efectuará los siguientes controles:

- Verificar que se disponga de todos los permisos requeridos para la ejecución de los trabajos.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por el contratista.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Verificar el alineamiento, perfil y sección de las áreas excavadas.
- Comprobar que toda superficie para base de terraplén o subrasante mejorada quede limpia y libre de materia orgánica.
- Verificar y aprobar la medición de los volúmenes de trabajo ejecutado de acuerdo a la presente especificación.

El trabajo de excavación se dará por terminado y aceptado cuando el alineamiento, el perfil y la sección estén de acuerdo con los planos y Especificaciones Técnicas del Proyecto.

La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la excavación, no será menor que la distancia señalada en los planos o modificada por el Supervisor.

Medición

El proceso de levantamiento para medición será ejecutado topográficamente y considerando la clasificación de los materiales de cada sector, distinguiendo cada tipo de material (roca fija, roca suelta o material suelto), antes del inicio de cada etapa de los trabajos de excavación.

La unidad de medida será el metro cúbico (m^3), aproximado al metro cúbico, de material excavado en su posición original. Todas las excavaciones para explanaciones, zanjas, y acequias serán medidas por volumen ejecutado, con base en las áreas de corte de las secciones transversales del proyecto, considerando las tolerancias indicadas en esta especificación, verificadas por el Supervisor antes y después de ejecutarse el trabajo de excavación y según el método del promedio de áreas extremas, en base a la determinación de las áreas en secciones transversales consecutivas, su promedio y multiplicado por la longitud entre las secciones a lo largo de la línea del eje de la vía. El volumen así resultante constituye el volumen a pagar cuando sea aprobado por el Supervisor.

Pago

Ítem de Pago	Unidad de Pago
Excavación en Material Suelto	Metro cúbico (m^3)
Excavación en Roca Suelta	Metro cúbico (m^3)
Excavación en Roca Fija	Metro cúbico (m^3)

- **CONFORMACIÓN DE TERRAPLENES**

Objetivo

Establecer las sistemáticas emplead-as para ejecución de servicios de conformación de terraplenes referentes al proyecto de la Carretera Cañete – Yauyos – Huancayo del km 166+500 al km 166+800.

Alcance

Comprende todos los servicios de terraplenes necesarios para construcción y/o mantenimiento de carretera objeto del proyecto referenciado.

Realización del Servicio

Generalidades

Este trabajo consiste en la escarificación, nivelación y compactación del terreno o del afirmado en donde haya de colocarse un terraplén nuevo, previa ejecución de las obras de desmonte y limpieza, demolición, drenaje y subdrenaje; 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.

En los terraplenes se distinguirán tres partes o zonas constitutivas:

- **Base:** parte del terraplén que está por debajo de la superficie original del terreno, la que ha sido variada por el retiro de material inadecuado.
- **Cuerpo:** parte del terraplén comprendida entre la base y la corona.
- **Corona (capa subrasante):** formada por la parte superior del terraplén, construida en un espesor de treinta centímetros (30 cm), salvo que los planos del proyecto o las especificaciones especiales indiquen un espesor diferente. Si el material disponible para ejecución de la corona no satisface las características exigibles para esta zona, este servicio se tratará como “Mejoramiento de Suelos a Nivel la Subrasante”.

Materiales

– ***Requisitos de los materiales***

Todos los materiales que se empleen en la construcción de terraplenes deberán provenir de las excavaciones de la explanación, de préstamos

laterales o de fuentes aprobadas; 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 en la Tabla 1.

Tabla 1: Requisitos de los Materiales

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%

Para la ejecución de la base y parte del cuerpo, se podrá proceder al aprovechamiento de los materiales de excavación en roca de la propia excavación de la vía como Pedraplén, a través de la especificación correspondiente. La Tabla 1 es aplicable para zonas con suelos granulares. En sectores donde sea necesaria la utilización de suelos finos, se podrá para la base y cuerpo suelos con Índice de Plasticidad menor o igual a 15% y para la corona suelos con Índice de Plasticidad menor o igual a 11%, siempre que la expansión sea menor a 2% y se cumpla con los requisitos de CBR del proyecto de ingeniería de detalle.

En la Tabla 2 se especifican las normas y frecuencias de los ensayos a ejecutar para cada una de las condiciones establecidas en la Tabla 1

Equipo

El equipo empleado para la construcción de terraplenes deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados, 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.

Los equipos deberán cumplir las exigencias técnicas ambientales tanto para la emisión de gases contaminantes y ruidos. Los equipos deberán cumplir

las consideraciones descritas en el manual Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2000) - Generalidades.

Requerimientos de Construcción

– Generalidades

Los trabajos de construcción de terraplenes se deberán efectuar según los procedimientos descritos en este documento. El procedimiento para determinar los espesores de compactación deberá incluir pruebas aleatorias longitudinales, transversales y en profundidad verificando que se cumplen con los requisitos de compactación en toda la profundidad propuesta.

El espesor propuesto deberá ser compatible con los equipos de compactación utilizados en obra.

Si los trabajos de construcción o ampliación de terraplenes afectaran el tránsito normal en la vía o en sus intersecciones y cruces con otras vías, se tomará las medidas para mantenerlo adecuadamente, según un Mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial.

La secuencia de construcción de los terraplenes deberá ajustarse a las condiciones estacionales y climáticas que imperen en la región del proyecto. Cuando se haya programado la construcción de las obras de arte previamente a la elevación del cuerpo del terraplén, no deberá iniciarse la construcción de éste antes de que las alcantarillas y muros de contención se terminen adelante del frente del trabajo, en cuyo caso deberán concluirse también, en forma previa, los rellenos de protección que tales obras necesiten.

Cuando se hace el vaciado de los materiales se desprende una gran cantidad de material particulado, por lo cual se debe contar con equipos apropiados para la protección del polvo al personal; además, se tiene que evitar que gente extraña a las obras se encuentren cerca en el momento que se hacen estos trabajos. Para lo cual, se requiere un personal exclusivo para la seguridad, principalmente para que los niños, no se interpongan en el empleo de la maquinaria pesada y evitar accidentes con consecuencias graves.

– Preparación del terreno

Antes de iniciar la construcción de cualquier terraplén, el terreno base de éste deberá estar desbrozada y limpia, según se especifica en la

especificación correspondiente a Desbroce y Limpieza y ejecutadas las demoliciones de estructuras que se requieran, según se especifica en la especificación correspondiente a Demolición de Estructuras. Los eventuales trabajos de remoción de capa vegetal y retiro del material inadecuado, así como el drenaje del área base se hacen según en la especificación correspondiente a Excavación, necesarios para garantizar la estabilidad del terraplén.

Cuando la altura de relleno no exceda 1 m (un metro), el terreno base deberá estar satisfactoriamente limpio y drenado, 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), aún cuando se deba construir sobre un afirmado.

En las zonas de ensanche de terraplenes existentes o en la construcción de éstos sobre terreno inclinado, previamente preparado, el talud existente o el terreno natural deberán cortarse en forma escalonada, de acuerdo con los planos o las instrucciones del Supervisor, para asegurar la estabilidad del terraplén nuevo.

Cuando lo señale el proyecto, la capa superficial de suelo existente que cumpla con lo señalado en el apartado 5.2.1., deberá mezclarse con el material que se va a utilizar en el terraplén nuevo, dejando un ancho mínimo de banqueta de 2,50 m (dos metros con cincuenta centímetros) con la finalidad de permitir la adecuada compactación del terraplén.

Si el terraplén hubiere de construirse sobre turba o suelos blandos, se deberá asegurar la eliminación total o parcial de estos materiales, su tratamiento previo o la utilización de cualquier otro medio propuesto tiene que ser autorizado por el Supervisor, que permita mejorar la calidad del soporte, hasta que éste ofrezca la suficiente estabilidad para resistir esfuerzos debidos al peso del terraplén terminado.

Si el proyecto considera la colocación de un geotextil como capa de separación o de refuerzo del suelo, éste se deberá tender conforme se describe en la sección 650 del manual Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2000) – Capítulo 6 – Obras de Arte y Drenaje.

– **Base y Cuerpo del terraplén**

Sólo se iniciará la colocación de materiales de terraplén cuando el terreno base esté adecuadamente preparado y consolidado, según se indica en el apartado anterior.

El material del terraplén se colocará en capas de espesor uniforme de acuerdo a los equipos de compactación utilizados en la obra, para que se obtenga el grado de compactación exigido. Los materiales de cada capa serán de características uniformes. No se extenderá ninguna capa, mientras no se haya comprobado que la subyacente cumple las condiciones de compactación exigidas.

Se deberá garantizar que las capas presenten adherencia y homogeneidad entre sí.

Se debe de asegurar un contenido de humedad que garantice el grado de compactación exigido en todas las capas del cuerpo del terraplén.

En los casos especiales en que la humedad del material sea considerablemente mayor que la adecuada para obtener la compactación prevista, se propondrá y ejecutará los procedimientos más convenientes para ello, cuando el exceso de humedad no pueda ser eliminado por el sistema de aireación.

Obtenida la humedad más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la capa.

Las zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte, no permitan el empleo del equipo que normalmente se esté utilizando para la compactación, se compactarán con equipos apropiados para el caso, en tal forma que las densidades obtenidas no sean inferiores a las determinadas en esta especificación para la capa del terraplén masivo que se esté compactando.

En sectores previstos para la instalación de elementos de seguridad como guardavías, se deberá ensanchar el terraplén de acuerdo a lo indicado en los planos.

– **Corona del terraplén**

Salvo que los planos del proyecto o las especificaciones particulares establezcan algo diferente, la corona deberá tener un espesor compactado mínimo de treinta centímetros (30 cm).

Los terraplenes se deberán construir hasta una cota superior a la indicada en los planos, en la dimensión suficiente para compensar los asentamientos producidos por efecto de la consolidación y obtener la rasante final a la cota proyectada.

Si por causa de los asentamientos, las cotas de subrasante resultan inferiores a las proyectadas, incluidas las tolerancias indicadas en esta especificación, se deberá escarificar la capa superior del terraplén en el espesor necesario y adicionar del mismo material utilizado para conformar la corona, efectuando la homogeneización, humedecimiento o secamiento y compactación requeridos hasta cumplir con la cota de subrasante.

Si las cotas finales de subrasante resultan superiores a las proyectadas, teniendo en cuenta las tolerancias de esta especificación, se deberá retirar el espesor en exceso.

– **Acabado**

Al terminar cada jornada, la superficie del terraplén deberá estar compactada y bien nivelada, con declive suficiente que permita el escurrimiento de aguas lluvias sin peligro de erosión.

– **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.

– **Estabilidad**

Se debe considerar la protección vegetal en las laderas adyacentes para evitar la erosión pluvial, según lo estipulado en la especificación técnica correspondiente, según lo indique el Proyecto; y verificar el estado de los taludes a fin de que no existan desprendimiento de materiales y/o rocas, que puedan afectar al personal de obra y maquinarias con retrasos de las labores.

Si el trabajo ha sido hecho adecuadamente conforme a las especificaciones, planos del proyecto y resultaren daños causados exclusivamente por lluvias

copiosas que excedan cualquier máximo de lluvias de registros anteriores, derrumbes inevitables, terremotos, inundaciones que excedan la máxima cota de elevación de agua registrada o señalada en los planos, se reconocerá por parte del contratante los costos por las medidas correctoras, excavaciones necesarias y la reconstrucción del terraplén.

Aceptación de los Trabajos

Los trabajos para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

– Controles

Durante la ejecución de los trabajos, la Supervisión efectuará los siguientes controles:

- La correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Exigir el cumplimiento de las medidas de seguridad y mantenimiento de tránsito, según requerimientos de la especificación de Mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos.
- Verificar los resultados de ensayos de compactación del terraplén.
- Verificar y aprobar las mediciones de los servicios ejecutados.

– Calidad de los materiales

De cada procedencia de los suelos empleados para la construcción de terraplenes y para cualquier volumen previsto, se tomará cuatro (4) muestras semanales y de cada fracción de ellas se determinará:

- Granulometría
- Límites de Consistencia.
- Abrasión.
- Clasificación.

Los resultados deberán satisfacer las exigencias indicadas, según el nivel del terraplén, bajo pena del rechazo de los materiales defectuosos.

Durante la etapa de producción, se controlará las descargas de los materiales, rechazando aquellas que, a simple vista, presenten restos de

tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado.

Además, efectuará verificaciones periódicas de la calidad del material que se establecen en la Tabla 2.

– **Calidad del producto terminado**

Cada capa terminada de terraplén deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a la rasante y pendientes establecidas. Los taludes terminados no deberán acusar irregularidades a la vista.

La distancia entre el eje del proyecto y el borde del terraplén no será menor que la distancia señalada en los planos. La cota de cualquier punto de la subrasante en terraplén, conformada y compactada, no deberá variar en más de cuatro centímetros (4 cm) de la cota proyectada.

No se tolerará en las obras concluidas, ninguna irregularidad que impida el normal escurrimiento de las aguas.

En adición a lo anterior, se deberá efectuar las siguientes comprobaciones:

– **Compactación**

Las determinaciones de la densidad de cada capa compactada se realizarán según se establece en la Tabla 2 y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de seis (6) determinaciones de densidad. Los sitios para las mediciones se elegirán al azar. Las densidades individuales del tramo (D_i) deberán ser, como mínimo, el noventa por ciento (90%) de la máxima densidad obtenida en el ensayo Próctor 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.

$$D_i \geq 0.90 D_e \text{ (base y cuerpo)}$$

$$D_i \geq 0.95 D_e \text{ (corona)}$$

La humedad del trabajo no debe variar en $\pm 2\%$ respecto del Optimo Contenido de Humedad obtenido con el Próctor modificado.

El incumplimiento de estos requisitos originará el rechazo de la capa.

Siempre que sea necesario, se efectuarán las correcciones por presencia de partículas gruesas, previamente al cálculo de los porcentajes de compactación.

Tabla 2: Ensayos y Frecuencias

Material o Producto	Propiedades y Características		Método de ensayo	Norma ASTM	Norma AASHTO	Frecuencia (1)	Lugar de Muestreo
Terraplén	Granulometría		MTC E 204	D 422	T 27	1 cada 1000 m ³	Cantera
	Límites de Consistencia		MTC E 111	D 4318	T 89	1 cada 1000 m ³	Cantera
	Contenido de Mat. Orgánica		MTC E 118	-	-	1 cada 3000 m ³	Cantera
	Densidad - Humedad		MTC E 115	D 1557	T 180	1 cada 1000 m ³	Pista
	Compactación	Base y Cuerpo	MTC E 117	D 1556 D 2922	T 191 T 238	1 cada 500 m ²	Pista
Corona		MTC E 124	1 cada 250 m ²				

(1) O antes, si por su génesis, existe variación estratigráfica horizontal y vertical que originen cambios en las propiedades físico - mecánicas de los agregados. En caso de que los metrados del proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada propiedad y/o característica.

Medición

La unidad de medida para los volúmenes de terraplenes será el metro cúbico (m³), redondeado al décimo más próximo, de material compactado, verificado por el Supervisor, en su posición final.

Todos los terraplenes serán medidos por los volúmenes determinados según la siguiente indicación:

Para el cálculo de volúmenes de terraplenes se usará el método del promedio de áreas extremas, en base a la determinación de las áreas en secciones transversales consecutivas, su promedio y multiplicado por la longitud entre las secciones a lo largo de la línea del eje de la vía. El volumen así resultante constituye el volumen a pagar por el Supervisor. Dichas áreas están limitadas por las siguientes líneas de pago:

- Las líneas del terreno (terreno natural, con capa vegetal removida, afirmado existente, cunetas y taludes existentes).
- Las líneas del proyecto (nivel de subrasante, cunetas y taludes proyectados).

Pago

Ítem de Pago	Unidad de Pago
Conformación de Terraplenes con material propio	Metro cúbico(m ³)
Conformación de Terraplenes con material de cantera	Metro cúbico(m ³)

- **SUBBASE GRANULAR**

Objetivo

Establecer las sistemáticas empleadas para ejecución de subbases granulares para pavimentos, en la obra Carretera Cañete – Yauyos – Huancayo del km 166+500 al km 166+800.

Alcances

Comprende todos los servicios de de subbases granulares del tramo referenciado.

Realización del Servicio

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, de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del proyecto.

Las consideraciones ambientales están referidas a la protección del medio ambiente durante el suministro, transporte, colocación y compactación de material de subbase granular.

– ***Materiales***

Los agregados para la construcción de la subbase granular deberán satisfacer los requisitos indicados abajo:

- Para la construcción de afirmados y subbases granulares, los materiales serán agregados naturales procedentes de excedentes de excavaciones o canteras clasificadas y aprobadas 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, terrones de arcilla u otras sustancias perjudiciales. 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.

- Para el traslado del material para conformar subbases al lugar de obra, se deberá transportar en vehículos adecuados a fin de evitar contaminación al medio ambiente.
- Los montículos de material almacenados temporalmente en las canteras y plantas serán cubiertos, para evitar el arrastre de partículas a la atmósfera y a cuerpos de agua cercanos y protegerlos de excesiva humedad cuando llueve.

Además, deberán ajustarse a una de las franjas granulométricas indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 1: Requerimientos Granulométricos para Subbase Granular

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso					
	Gradación A (1)	Gradación B	Gradación C	Gradación D	Gradación E (2)	Gradación F (2)
50 mm (2")	100	100	---	---	---	---
25 mm (1")	---	75 – 95	100	100	100	100
9.5 mm (3/8")	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100	60 – 100	70 – 100
4.75 mm (Nº 4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85	55 – 100	55 – 100
2.0 mm (Nº 10)	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70	40 – 100	30 – 70
4.25 µm (Nº 40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45	20 – 55	30 – 70
75 µm (Nº 200)	2 – 8	5 – 15	5 – 15	8 – 15	8 – 25	10 – 25

Fuente: ASTM D 1241/DNER ET-DE-P00/14

(1) La curva de gradación "A" deberá emplearse en zonas cuya altitud sea igual o superior a 3000 m.s.n.m. La curva granulométrica SB-3 deberá usarse en zonas con altitud mayor de 3 500 m.s.n.m.

(2) Para tráfico con N, número de número de solicitaciones de eje patrón simple de 8,2 tn igual o superior a 10^7 no deben ser utilizadas.

Además, el material también deberá cumplir con los siguientes requisitos de calidad:

Tabla 2: Subbase Granular - Requerimientos de Ensayos Especiales

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimiento	
				< 3000 msnm	≥ 3000 msnm
Abrasión	MTC E 207	C 131	T 96	50 % máx.	50 % máx.
CBR (1)	MTC E 132	D 1883	T 193	40 % mín.	40 % mín.
Límite Líquido	MTC E 110	D 4318	T 89	25% máx.	25% máx.
Índice de Plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 89	6% máx.	4% máx.
Equivalente de Arena	MTC E 114	D 2419	T 176	25% mín.	35% mín.
Sales Solubles	MTC E 219			1% máx.	1% máx.
Partículas Chatas y Alargadas (2)		D 4791		20% máx.	20% máx.

(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1"(2.5mm)

(2) La relación ha emplearse para la determinación es 1/5 (espesor/longitud)

(3) Pueden ser utilizados materiales con LL e IP mayores desde que satisfaga una de las siguientes condiciones:

Condición A: Sean cumplidas las siguientes inecuaciones:

$$\frac{X}{100} \cdot IP < \frac{100}{\gamma_s} \cdot \left(X \times \frac{LP}{100} + \frac{100}{\gamma_G} \right)$$

$$\left(\frac{X}{100} \cdot LL \leq \frac{100}{\gamma_s} - \frac{100}{\gamma_G} \right)$$

Donde:

X = Porcentaje en peso de Material que pasa malla N° 40

LL = Limite Liquido

LP = Limite Plástico

IP = Índice de Plasticidad

γ_s = Peso Especifico aparente seco compactado

γ_g = Peso Especifico real de las partículas sólidas.

Condición B: El equivalente de arena >30%

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que se produzca deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa.

Equipo

Todos los equipos deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados, 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 subsección 06.01 del manual Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2000) – Generalidades y de la correspondiente partida de trabajo.

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

humedecimiento y compactación del material, así como herramientas menores.

El equipo debe cumplir con lo que se estipula en la subsección 05.11 del manual Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2000) – Generalidades.

Requerimientos de Construcción

– Explotación de materiales y elaboración de agregados

Se debe evaluar en las canteras establecidas en la Ingeniería de Detalle, el volumen total a extraer de cada cantera, así como la superficie estimada que será explotada y proceder al demarcado de los límites.

Los procedimientos y equipos de explotación, clasificación, trituración, lavado y el sistema de almacenamiento, deberán garantizar el suministro de un producto de características uniformes.

Todos los trabajos de clasificación de agregados y en especial la separación de partículas de tamaño mayor que el máximo especificado para cada gradación, se deberán efectuar en el sitio de explotación o elaboración y no se permitirá ejecutarlos en la vía.

Luego de la explotación de canteras, se deberá readecuar de acuerdo a la morfología de la zona, ya sea con cobertura vegetal o con otras obras para recuperar las características de la zona antes de su uso, siguiendo las disposiciones de la especificación de Readecuación Ambiental.

Los suelos orgánicos existentes en la capa superior de las canteras deberán ser conservados para la posterior recuperación de las excavaciones y de la vegetación nativa.

Al abandonar las canteras, se remodelará el terreno para recuperar las características hidrológicas superficiales de ellas, teniendo en consideración lo indicado en la subsección 05.06 del manual Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2000) – Generalidades.

En los casos que el material proceda de lechos de río, se deberá contar previamente al inicio de su explotación con los permisos respectivos. Así también, el material superficial removido debe ser almacenado para ser reutilizado posteriormente para la readecuación del área de préstamo. La explotación del material se realizará fuera del nivel del agua y sobre las

playas del lecho, para evitar la remoción de material que generaría aumento en la turbiedad del agua.

La explotación de los materiales de río debe localizarse aguas abajo de los puentes y de captaciones para acueductos, considerando todo los detalles descritos en el Plan de Manejo Ambiental.

La explotación dentro del cauce de río, se ejecutará evitando hondonadas y cambios morfológicos. Esta labor debe realizarse en los sectores de playa más anchas utilizando toda la extensión de la misma. Paralelamente, se debe ir protegiendo las márgenes del río, a fin de evitar desbordes en épocas de creciente.

Al concluir con la explotación de las canteras de río se debe efectuar la recomposición total del área afectada, no debiendo quedar hondonadas, que produzcan empozamientos del agua y por ende la creación de un medio que facilite la aparición de enfermedades transmisibles y que en épocas de crecidas puede ocasionar fuertes desviaciones de la corriente y crear erosión lateral de los taludes del cauce.

Se deberán establecer controles para la protección de taludes y humedecer el área de operación o patio de carga a fin de evitar la emisión de material particulado durante la explotación. Se aprovecharán los materiales de corte, si la calidad del material lo permite, para realizar rellenos o como fuentes de materiales constructivos. Esto evitará la necesidad de explotar nuevas canteras y disminuir los costos ambientales.

Para mantener la estabilidad del macizo rocoso y salvaguardar la integridad física de las personas no se permitirán alturas de taludes superiores a los diez (10) metros sin la ejecución de banquetas de corte.

El material no seleccionado para el empleo en la construcción de carreteras, deberá ser apilado convenientemente a fin de ser utilizado posteriormente en el nivelado del área.

Si el lugar de ubicación es propiedad de particulares, se deberá contar con los permisos por escrito del dueño o representante legal.

Los operadores y trabajadores que están más expuestos al ruido y las partículas generados principalmente por la acción mecánica de las trituradoras y la tamizadora, deben estar dotados con gafas, tapa oídos, tapabocas, ropa de trabajo, casco, guantes, botas y otros que sean necesarios. Dependiendo de la velocidad del viento, las fajas transportadoras

deben ser cubiertas con mangas de tela a fin de evitar la dispersión de estas partículas al medio ambiente.

En épocas secas se deben mantener húmedas las zonas de circulación, principalmente aquellas de alto tráfico.

Los materiales se transportarán a la vía a través de vehículos adecuados, de manera de impedir que parte del material caiga sobre las vías por donde transitan los vehículos y así minimizar los impactos a la atmósfera.

– **Preparación de la superficie existente**

El Supervisor sólo autorizará la colocación de material de subbase granular cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos. Además, deberá estar concluida la construcción de desagües y filtros necesarios para el drenaje de la calzada.

Tramo de Prueba

Antes de iniciar los trabajos, se emprenderá una fase de ejecución de tramos de prueba para verificar el estado y comportamiento de los equipos y determinar, en secciones de ensayo, el método definitivo de preparación, transporte, colocación y compactación de los materiales, de manera que se cumplan los requisitos de cada especificación.

Para tal efecto, construirá uno o varios tramos de prueba de ancho y longitud definidos y en ellas se probarán el equipo y el plan de compactación.

Se tomarán muestras de la capa en cada caso y las ensayará para determinar su conformidad con las condiciones especificadas de densidad, granulometría y demás requisitos.

– **Transporte y colocación del material**

Se deberá transportar y verter el material, de tal modo que no se produzca segregación, ni se cause daño o contaminación en la superficie existente. Cualquier contaminación que se presentare, deberá ser subsanada antes de proseguir el trabajo.

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

Extensión y mezcla del material

El material se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde será verificada su homogeneidad. Si la subbase se va a construir mediante combinación de varios materiales, éstos se mezclarán formando cordones separados para cada material en la vía, los cuales luego se combinarán para lograr su homogeneidad.

En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad óptima de compactación, se empleará el equipo adecuado, de manera que no perjudique la capa subyacente y deje el material con una humedad uniforme. Este, después de mezclado, se extenderá en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de experimentación. Durante esta actividad se tomarán las medidas para la extensión, mezcla y conformación del material, evitando los derrames de material que pudieran contaminar fuentes de agua, suelos y flora cercana al lugar.

– Compactación

Una vez que el material de la subbase tenga la humedad apropiada, se conformará y compactará, hasta alcanzar la densidad especificada, no siendo esta última menor del 95% del Próctor modificado.

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.

La compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro. En las zonas peraltadas, la compactación se hará del borde inferior al superior.

No se extenderá ninguna capa de material de subbase mientras no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la capa precedente. Tampoco se ejecutará la subbase granular en momentos en que haya lluvia.

En esta actividad se tomarán los cuidados necesarios para evitar derrames de material que puedan contaminar las fuentes de agua, suelo y flora

cercana al lugar de compactación. Los residuos generados por esta y las dos actividades mencionadas anteriormente, deben ser colocados en lugares de disposición de desechos adecuados especialmente para este tipo de residuos, según se indica en la especificación de Depósito de Materiales Excedentes.

– **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.

Aceptación de los trabajos

– **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 la especificación de Mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial.
- Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aceptado como resultado de los tramos de prueba en el caso de subbases granulares o estabilizadas.
- Verificar los resultados de los ensayos de compactación en el laboratorio.
- Verificar y aprobar las mediciones de los volúmenes de los servicios ejecutados.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados de acuerdo con los programas de trabajo.
- Vigilar la ejecución de las consideraciones ambientales incluidas en esta sección para la ejecución de obras de subbases granulares.

– **Calidad de los agregados**

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción se determinarán los ensayos con las frecuencias que se indican en la Tabla 4 de la especificación de Base Granular.

– **Calidad del producto terminado**

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las dimensiones, rasantes y pendientes establecidas en el Proyecto. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la berma no será inferior a la señalada en los planos. Este, además, deberá efectuar las siguientes comprobaciones: En adición, se debe verificar que la cota de cualquier punto de la subbase conformada y compactada, no varíe en más de diez por ciento (10%) del espesor de la capa proyectada.

– **Compactación**

Las determinaciones de la densidad de la capa compactada se realizarán de acuerdo a lo indicado en la Tabla 3 y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de seis (6) determinaciones de densidad. Los sitios para las mediciones se elegirán al azar.

Tabla 3: Ensayos y Frecuencias

Material o Producto	Propiedades y Características	Método de Ensayo	Norma ASTM	Norma AASHTO	Frecuencia (1)	Lugar de Muestreo
Subbase	Granulometría	MTC E 204	D 422	T 27	1 cada 1000 m ³	Cantera
	Límites de Consistencia	MTC E 111	D 4318	T 89	1 cada 1000 m ³	Cantera
	Equivalente de Arena	MTC E 114	D 2419	T 176	1 cada 3000 m ³	Cantera
	Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	1 cada 3000 m ³	Cantera
	CBR	MTC E 132	D 1883	T 193	1 cada 3000 m ³	Cantera
	Densidad – Humedad	MTC E 115	D 1557	T 180	1 cada 1000 m ²	Pista
	Compactación	MTC E 117	D 1556	T 191	1 cada 250 ml	Pista
MTC E 124		D 2922	T 238			

(1) O antes, si por su génesis, existe variación estratigráfica horizontal y vertical que originen cambios en las propiedades físico - mecánicas de los agregados. En caso de que los metrados del proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada Propiedad y/o Característica.

Las densidades individuales (D_i), obtenidas como el promedio de 3 (tres) mediciones por el Método de Densímetro Nuclear, deben ser, como mínimo el cien por ciento (100%) de la obtenida en el ensayo Próctor modificado de referencia (MTC E 115).

$$D_i \geq \% D_e$$

La humedad de trabajo no debe variar en ± 2.0 % respecto del Optimo Contenido de Humedad obtenido con el Próctor modificado.

Si no se cumplen estos requisitos, el tramo quedará en observación, hasta que se traten adecuadamente las áreas afectadas o se verifique su comportamiento estructural adecuado con la deflectometría.

Siempre que sea necesario se efectuarán las correcciones por presencia de partículas gruesas, previamente al cálculo de los porcentajes de compactación.

La densidad de las capas compactadas podrá ser determinada por los métodos de Cono de Arena o Densímetro Nuclear.

– **Espesor**

Sobre la base de los tramos escogidos para el control de la compactación, se determinará el espesor medio de la capa compactada (e_m), el cual no podrá ser inferior al de diseño (e_d).

$$e_m \geq e_d$$

Además el valor obtenido en cada determinación individual (e_i) deberá ser, cuando menos, igual al noventa por ciento (90 %) del espesor del diseño.

$$e_i \geq 0.90 e_d$$

Todas las áreas de subbase donde los defectos de calidad y terminación sobrepasen las tolerancias de la presente especificación, deberán ser corregidas

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias mencionadas, así como las áreas en donde la subbase presente agrietamientos o segregaciones, deberán ser corregidas.

Medición

Dado que todos los servicios, tales como la ejecución de la base granular, subbase granular será medida en m3 de material colocado.

Pago

Ítem de Pago	Unidad de Pago
Subbase granular	M3

- **BASE GRANULAR**

Objetivo

Establecer las sistemáticas empleadas para ejecución de bases granulares para pavimentos, en la obra Carretera Cañete – Yauyos – Huancayo del km 166+500 al km 166+800.

Alcance

Comprende todos los servicios de bases granulares del tramo referenciado.

Realización del Servicio

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.

Materiales

Para la construcción de 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.

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. En ambos casos, 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. 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. Para el traslado del material para conformar bases al lugar de obra, se utilizarán vehículos apropiados a fin de evitar la contaminación del medio ambiente.

Los montículos de material almacenados temporalmente en las canteras y plantas serán debidamente cubiertos, para evitar el arrastre de partículas a la atmósfera y a cuerpos de agua cercanos y protegerlos de excesiva humedad cuando llueve. Además, deberán ajustarse a las siguientes especificaciones de calidad:

– **Granulometría**

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 y según uno de los requisitos granulométricos que se indican en la **Tabla 1**. Para las zonas con altitud de 3000 msnm se deberá seleccionar la gradación "A".

Tabla 1: Requerimientos Granulométricos para Base Granular

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 – 95	100	100
9.5 mm (3/8")	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
4.75 mm (Nº 4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
2.0 mm (Nº 10)	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
4.25 um (Nº 40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
75 um (Nº 200)	2 – 8	5 – 15	5 -15	8 – 15

Fuente: ASTM D 1241

El material de Base Granular deberá cumplir además con las siguientes características físico-mecánicas y químicas que a continuación se indican:

Valor Relativo de Soporte, CBR (1)	Tráfico Ligero y Medio	Mín. 80%
	Tráfico Pesado	Mín. 100%

(1) La curva de gradación "A" deberá emplearse en zonas cuya altitud sea igual o superior a 3000 m.s.n.m.

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que se produzca deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme,

sensiblemente paralela a los límites de la franja por utilizar, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente o viceversa.

– **Agregado Grueso**

Se denominará así a los materiales retenidos en la Malla N° 4, los que consistirán de partículas pétreas durables y trituradas capaces de soportar los efectos de manipuleo, extendido y compactación sin producción de finos contaminantes. Deberán cumplir las siguientes características:

Tabla 2: Requerimientos Agregado Grueso

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimientos	
				Altitud	
				< Menor de 3000 msnm	≥ 3000 msnm
Partículas con una cara fracturada	MTC 210 E	D 5821		80% min.	80% min.
Partículas con dos caras fracturadas	MTC 210 E	D 5821		40% min.	50% min.
Abrasión Los Ángeles	MTC 207 E	C 131	T 96	40% máx.	40% máx.
Partículas Chatas y Alargadas (1)		D 4791		15% máx.	15% máx.
Sales Solubles Totales	MTC 219 E	D 1888		0.5% máx.	0.5% máx.
Pérdida con Sulfato de Sodio	MTC 209 E	C 88	T 104	–	12% máx.
Pérdida con Sulfato de Magnesio	MTC 209 E	C 88	T 104	–	18% máx.

(1) La relación ha emplearse para la determinación es: 1/5 (espesor/longitud)

– **Agregado Fino**

Se denominará así a los materiales pasantes la malla N° 4 que proviene de fuentes naturales o de procesos de trituración o combinación de ambos.

Tabla 3: Requerimientos Agregado Grueso

Ensayo	Norma	Requerimientos	
		< 3 000 m.s.n.m.	> 3 000 m.s.n.m
Índice Plástico	MTC E 111	4% máx.	2% máx.
Equivalente de arena	MTC E 114	35% mín.	45% mín.
Sales solubles totales	MTC E 219	0,55% máx.	0,5% máx.
Índice de durabilidad	MTC E 214	35% mín.	35% mín.

Equipo

Se aplican las condiciones generales establecidas en el párrafo abajo, con la salvedad de que la planta de trituración, como mínimo, es obligatoria.

Todos los equipos deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de las exigencias de las sub secciones 05.11 y 06.01 del manual Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2000) – Generalidades y de la correspondiente partida de trabajo.

Requerimientos de Construcción

– Explotación de materiales y elaboración de agregados

Los procedimientos y equipos de explotación, clasificación, trituración, lavado y el sistema de almacenamiento, deberán garantizar el suministro de un producto de características uniformes.

Todos los trabajos de clasificación de agregados y en especial la separación de partículas de tamaño mayor que el máximo especificado para cada gradación, se deberán efectuar en el sitio de explotación o elaboración y no se permitirá ejecutarlos en la vía.

Luego de la explotación de canteras, se deberá readecuar de acuerdo a la morfología de la zona, ya sea con cobertura vegetal o con otras obras para

recuperar las características de la zona antes de su uso, siguiendo las disposiciones de la especificación de Readecuación Ambiental.

Los suelos orgánicos existentes en la capa superior de las canteras deberán ser conservados para la posterior recuperación de las excavaciones y de la vegetación nativa. Al abandonar las canteras, se remodelará el terreno para recuperar las características hidrológicas superficiales de ellas, teniendo en consideración lo indicado en la subsección 05.06 del manual Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2000) – Generalidades.

En los casos que el material proceda de lechos de río, se deberá almacenar el material superficial removido para ser reutilizado posteriormente para la readecuación del área de préstamo. La explotación del material se realizará fuera del nivel del agua y sobre las playas del lecho, para evitar la remoción de material que generaría aumento en la turbiedad del agua.

La explotación de los materiales de río debe localizarse aguas abajo de los puentes y de captaciones para acueductos, considerando todo los detalles descritos en el Plan de Manejo Ambiental.

La explotación dentro del cauce de río se ejecutará evitando hondonadas y cambios morfológicos del río. Esta labor debe realizarse en los sectores de playa más anchas utilizando toda la extensión de la misma. Paralelamente, se debe ir protegiendo las márgenes del río, a fin de evitar desbordes en épocas de creciente.

Al concluir con la explotación de las canteras de río se debe efectuar la recomposición total del área afectada, no debiendo quedar hondonadas, que produzcan empozamientos del agua y por ende la creación de un medio que facilite la aparición de enfermedades transmisibles y que en épocas de crecidas puede ocasionar fuertes desviaciones de la corriente y crear erosión lateral de los taludes del cauce.

Se deberán establecer controles para la protección de taludes y humedecer el área de operación o patio de carga a fin de evitar la emisión de material particulado durante la explotación. Se aprovecharán los materiales de corte, si la calidad del material lo permite, para realizar rellenos o como fuentes de materiales constructivos. Esto evitará la necesidad de explotar nuevas canteras y disminuir los costos ambientales.

Para mantener la estabilidad del macizo rocoso y salvaguardar la integridad física de las personas no se permitirán alturas de taludes superiores a los diez (10) metros sin la ejecución de banquetas de corte.

El material no seleccionado para el empleo en la construcción de carreteras, deberá ser apilado convenientemente a fin de ser utilizado posteriormente en el nivelado del área.

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, así como las casetas para oficinas y administración; los cuales, podrían ser compartidos con los de la planta de asfalto.

La planta de trituración debe estar ubicada a considerable distancia de las viviendas a fin de evitar cualquier afectación que pudieran sufrir, en medio de barreras naturales (alta vegetación, pequeñas formaciones de alto relieve) y próximas a las fuentes de materiales, tomando en consideración la direccionalidad de los vientos.

Si el lugar de ubicación es propiedad de particulares, se deberá contar con los permisos por escrito del dueño o representante legal.

Los operadores y trabajadores que están más expuestos al ruido y las partículas generados principalmente por la acción mecánica de las trituradoras y la tamizadora, deben estar dotados con gafas, tapa oídos, tapabocas, ropa de trabajo, casco, guantes, botas y otros que sean necesarios.

Dependiendo de la velocidad del viento, las fajas transportadoras deben ser cubiertas con mangas de tela a fin de evitar la dispersión de estas partículas al medio ambiente.

En épocas secas se deben mantener húmedas las zonas de circulación, principalmente aquellas de alto tráfico.

Al finalizar el funcionamiento de la planta de trituración se debe proceder a la recomposición total del área afectada recuperando en lo posible su

fisonomía natural según se indica en la especificación de Readecuación Ambiental. Todas las construcciones que han sido hechas para el funcionamiento de la planta chancadora deberán ser demolidos y trasladados a los lugares de disposición final de materiales excedentes, según se indica en la especificación de Depósito de Materiales Excedentes.

Los materiales se transportarán a la vía a través de vehículos adecuados, de manera de impedir que parte del material caiga sobre las vías por donde transitan los vehículos y así minimizar los impactos a la atmósfera.

La mezcla de agregados deberá salir de la planta con la humedad requerida de compactación, teniendo en cuenta las pérdidas que puede sufrir en el transporte y colocación.

Definida la fórmula de trabajo de la base granular, la granulometría deberá estar dentro del rango dado por el huso granulométrico adoptado.

Preparación de la superficie existente

El Supervisor sólo autorizará la colocación de material de base granular cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la densidad y las cotas indicadas en los planos. Además deberá estar concluida la construcción de, desagües y filtros necesarios para el drenaje de la calzada.

– Tramo de Prueba

Antes de iniciar los trabajos, se emprenderá una fase de ejecución de tramos de prueba para verificar el estado y comportamiento de los equipos y determinar, en secciones de ensayo, el método definitivo de preparación, transporte, colocación y compactación de los materiales, de manera que se cumplan los requisitos de cada especificación.

Para tal efecto, construirá uno o varios tramos de prueba de ancho y longitud definidos de acuerdo con el Supervisor y en ellas se probarán el equipo y el plan de compactación.

Se tomarán muestras de la capa en cada caso y las ensayará para determinar su conformidad con las condiciones especificadas de densidad, granulometría y demás requisitos.

En el caso de que los ensayos indiquen que la base granular no se ajusta a dichas condiciones, se deberá efectuar las correcciones requeridas a los sistemas de preparación, extensión y compactación, hasta que ellos resulten

satisfactorios, debiendo repetirse los tramos de prueba cuantas veces sea necesario.

Bajo estas condiciones, si el tramo de prueba defectuoso ha sido efectuado sobre un sector de la carretera proyectada, todo el material colocado será totalmente removido y transportado al lugar al lugar de disposición final de materiales excedentes.

– ***Transporte y colocación de material***

Se deberá transportar y verter el material, de tal modo que no se produzca segregación, ni se cause daño o contaminación en la superficie existente. Cualquier contaminación que se presentare, deberá ser subsanada antes de proseguir el trabajo.

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

– ***Extensión y mezcla del material***

El material se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde será verificada su homogeneidad. Si la base se va a construir mediante combinación de varios materiales, éstos se mezclarán formando cordones separados para cada material en la vía, que luego se combinarán para lograr su homogeneidad.

En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad de compactación, se empleará el equipo adecuado, de manera que no perjudique a la capa subyacente y deje una humedad uniforme en el material. Este, después de mezclado, se extenderá en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en el tramo de prueba.

– ***Compactación***

Una vez que el material de la base tenga la humedad apropiada, se conformará y compactará, 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.

La compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro. En las zonas peraltadas, la compactación se hará del borde inferior al superior.

No se extenderá ninguna capa de material de base mientras no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la capa precedente. Tampoco se ejecutará la base granular en momentos en que haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra.

En esta actividad se tomarán los cuidados necesarios para evitar derrames de material que puedan contaminar las fuentes de agua, suelo y flora cercana al lugar de compactación. Los residuos generados por esta y las dos actividades mencionadas anteriormente, deben ser colocados en lugares de disposición de desechos adecuados especialmente para este tipo de residuos, según se indica en la especificación de Depósito de Materiales Excedentes.

– **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.

Aceptación de los Trabajos

– **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 la especificación de Mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial.
- Verificar los resultados de ensayos que comprueben que los materiales cumplen con los requisitos de calidad exigidos.
- 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.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados de acuerdo con los programas de trabajo.
- Vigilar la ejecución de las consideraciones ambientales incluidas en este procedimiento.

– **Calidad de los agregados**

De cada procedencia de los agregados y para cualquier volumen previsto se tomará cuatro (4) muestras y de cada fracción se determinarán los ensayos con las frecuencias que se indican en la Tabla 4.

No se permitirá que el material presente restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores del máximo especificado.

– **Calidad del producto terminado**

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje de proyecto y el borde de la capa no podrá ser inferior a la señalada en los planos. Se debe verificar que la cota de cualquier punto de la base conformada y compactada, no varíe en más de diez por ciento (10%) del espesor de la capa proyectada.

Así mismo, se deberá efectuar las siguientes comprobaciones:

– **Compactación**

Las determinaciones de la densidad de la base granular se efectuarán en una proporción de cuando menos una vez por cada doscientos cincuenta metros cuadrados (250 m²) y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de seis (6) medidas de densidad, exigiéndose que los valores individuales (D_i) sean iguales o mayores al cien por cientos (100%) de la densidad máxima obtenida en el ensayo Próctor (D_e)

$$D_i \geq D_e$$

La humedad de trabajo no debe variar en $\pm 1.5 \%$ respecto del Optimo Contenido de Humedad obtenido con el ensayo de Próctor modificado. Si no se cumplen estos requisitos, el tramo quedará en observación, hasta que se traten adecuadamente las áreas afectadas.

Siempre que sea necesario, se efectuarán las correcciones por presencia de partículas gruesas, previamente al cálculo de los porcentajes de compactación.

– **Espesor**

Sobre la base de los tramos escogidos para el control de la compactación, se determinará el espesor medio de la capa compactada (e_m), el cual no podrá ser inferior al de diseño (e_d) más o menos 10 milímetros (± 10 mm).

$$e_m \geq e_d \pm 10 \text{ mm}$$

Además el valor obtenido en cada determinación individual (e_i) deberá ser, como mínimo, igual al noventa y cinco por ciento (95%) del espesor de diseño, bajo pena del rechazo del tramo.

$$e_i > 0.95 e_d$$

– **Lisura**

La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada, se comprobará con una regla de tres metros (3 m) de longitud, colocada tanto paralela como normalmente al eje de la vía, no admitiéndose variaciones superiores a diez milímetros (10 mm) para cualquier punto. Cualquier irregularidad que exceda esta tolerancia se corregirá con reducción o adición de material en capas de poco espesor, en cuyo caso, para asegurar buena adherencia, será obligatorio escarificar la capa existente y compactar nuevamente la zona afectada.

Tabla 4: Ensayos y Frecuencias

Material o Producto	Propiedades y Características	Método de Ensayo	Norma ASTM	Norma AASHTO	Frecuencia	Lugar de Muestreo
Base Granular	Granulometría	MTC E 204	D 422	T 88	7500 m ³	Cantera
	Límite Líquido	MTC E 110	D 4318	T 89	750 m ³	Cantera
	Índice de Plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 89	750 m ³	Cantera
	Desgaste Los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	2000 m ³	Cantera
	Equivalente de Arena	MTC E 114	D 2419	T 176	2000 m ³	Cantera
	Sales Solubles	MTC E 219	D 1888		2000 m ³	Cantera
	CBR	MTC E 132	D 1883	T 193	2000 m ³	Cantera
	Partículas Fracturadas	MTC E 210	D 5821		2000 m ³	Cantera
	Partículas Chatas y Alargadas		D 4791		2000 m ³	Cantera
	Pérdida en Sulfato de Sodio / Magnesio	MTC E 209	C 88	T 104	2000 m ³	Cantera
	Densidad – Humedad	MTC E 115	D 1557	T 180	750 m ³	Pista
	Compactación	MTC E 117 MTC E 124	D 1556 D 2922	T 191 T 238	250 m ²	Pista

(1) O antes, si por su génesis, existe variación estratigráfica horizontal y vertical que originen cambios en las propiedades físico - mecánicas de los agregados. En caso de que los metrados del proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada Propiedad y/o Característica.

Medición

Dado que todos los servicios, tales como la ejecución de la base granular, subbase granular será medida en m³ de material colocado.

Pago

Ítem de Pago	Unidad de Pago
Base granular	M3

• **IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA**

Objetivo

Establecer las sistemáticas empleadas para la ejecución de servicios de imprimación asfáltica en la obra de la Carretera Cañete – Yauyos – Huancayo del km 166+500 al km 166+800.

Alcance

Comprende la ejecución de imprimación asfáltica en el tramo referenciado.

Realización del Servicio

Bajo este ítem, se suministra y aplica material bituminoso a una base o capa del camino, preparada con anterioridad, de acuerdo con las Especificaciones y de conformidad con los planos. Consiste en la incorporación de asfalto a la superficie de una Base, a fin de prepararla para recibir una capa de pavimento asfáltico.

Materiales

El material bituminoso a aplicar en este trabajo será el Asfalto líquido, de grado MC-30 o emulsiones específicas para imprimación que cumpla con los requisitos de la Tabla 1.

El material debe ser aplicado tal como sale de planta, sin agregar ningún solvente o material que altere sus características.

La cantidad por m² de material bituminoso a emplearse para el caso de imprimación con emulsión, debe estar comprendido entre 0,7 -1,5 lt/m² para una penetración dentro de la capa granular de apoyo de 5 mm.

Tabla 1: Requisitos de Material Bituminoso Diluido para Curado Rápido (AASHTO M-81)

Características	Ensayo	RC-70		RC-250		RC-800	
		Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
Viscosidad Cinemática a 60°C, mm ² /s	MTC E 301	70	140	250	500	800	1600

Punto de Inflamación (TAG, Capa abierta) °C	MTC E 312	-	-	27	-	27	-
Destilación, volumen Total destilado hasta 360°C, %Vol.	MTC E 313	10	-	-	-	-	-
A 190°C		50	-	35	-	15	-
A 225°C		70	-	60	-	45	-
A 260°C		85	-	80	-	75	-
A 316°C							
Residuo de la destilación a 360°C		55		65	-	75	-
Pruebas sobre el residuo de la destilación Ductilidad a 25°C, 5cm/min., cm.	MTC E 306	100	-	100	-	100	-
Penetración a 25°C, 100 gr., 5 seg. (*)	MTC E 304	80	120	80	120	80	120
Viscosidad absoluta a 60°C, Pa.s		60	240	60	240	60	240
Solubilidad en tricloetileno, %	MTC E 302	99	-	99	-	99	-
Contenido de agua, % del volumen		-	0.2	-	0.2	-	0.2

(*) Opcionalmente se puede reportar Penetración en vez de viscosidad.

Antes de iniciar los trabajos, se emprenderá una fase de ejecución de tramos de prueba para verificar el estado y comportamiento de los equipos y determinar, en secciones de ensayo, el método definitivo de preparación, transporte y tasa de aplicación del material bituminoso, de manera que se cumplan los requisitos especificados.

Para tal efecto, construirá uno o varios tramos de prueba de ancho y longitud definidos de acuerdo con el Supervisor y en ellas se probarán el equipo y el plan de compactación.

Tabla 2: Requisitos de Material Bituminoso Diluido de Curado Medio

Características	Ensayo	MC-30		MC-70		MC-250	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Viscosidad Cinemática a 60°C, mm ² /s	MTC E 301	30	60	70	140	250	500
Punto de Inflamación (TAG, Copa abierta) °C	MTC E 312	38		38		66	
Destilación, volumen total destilado hasta 360°C, %Vol	MTC E 313	40	25	0	20	0	10
➤ A 190°C		75	70	20	60	15	55
➤ A 225°C			93	65	90	60	87
➤ A 260°C							
➤ A 315°C							
Residuo de la destilación a 315°C		50		55		67	
Pruebas sobre el residuo de la destilación	MTC E 306	100	-	100		100	-
➤ Ductilidad a 25°C, 5 cm/min., cm. Penetración a 25°C, 100 gr., 5 seg. (*)	MTC E 304	120	250 120	120	250	120	250
➤ Viscosidad absoluta a 60°C, Pa.s		30		30	120	30	120
➤ Solubilidad en tricloetileno, %	MTC E 302	99		99		99	
Contenido de agua, % del volumen		-	0,2	-	0,2	-	0,2

En el caso de que los ensayos indiquen necesidades de ajustes en el proceso y tasa de aplicación, se deberá efectuar las correcciones necesarias para cumplir los requisitos necesarios para el servicio, debiendo repetirse los tramos de prueba cuantas veces sea necesario.

Bajo estas condiciones, si el tramo de prueba defectuoso ha sido efectuado sobre un sector de la carretera proyectada, todo el material bituminoso colocado será totalmente removido y transportado al lugar al lugar de disposición final de materiales excedentes, según lo indique el Supervisor.

Equipo

Todos los equipos empleados deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados, 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.

Adicionalmente se deberá cumplir lo siguiente:

Para los trabajos de imprimación se requieren elementos mecánicos de limpieza y carrotanques irrigadores de agua y asfalto.

El equipo para limpieza estará constituido por una barredora mecánica y/o una sopladora mecánica. La primera será del tipo rotatorio y ambas serán operadas mediante empuje o arrastre con tractor. Como equipo adicional podrán utilizarse compresores, escobas, y otros implementos que fueren necesarios.

El carrotanque o imprimador de materiales bituminosos deberá cumplir exigencias mínimas que garanticen la aplicación uniforme y constante de cualquier material bituminoso, sin que lo afecten la carga, la pendiente de la vía o la dirección del vehículo. Sus dispositivos de irrigación deberán proporcionar una distribución transversal adecuada del ligante. El vehículo deberá estar provisto de un tacómetro o velocímetro calibrado, visible al conductor, para mantener la velocidad constante y necesaria que permita la aplicación uniforme del asfalto en sentido longitudinal.

El carrotanque deberá aplicar el producto asfáltico a presión y para ello deberá disponer de una bomba de impulsión, accionada por motor y provista de un indicador de presión. También, deberá estar provisto de un termómetro para el ligante, cuyo elemento sensible no podrá encontrarse cerca de un elemento calentador.

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 carrotanque 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

– Clima

La capa de imprimación debe ser aplicada solamente cuando la superficie del camino esté ligeramente humedecida y las condiciones climáticas se vean favorables (no lluviosas).

– **Preparación de la Superficie**

La superficie de la base que debe ser imprimada (impermeabilizada) debe estar en conformidad con los alineamientos, gradientes y secciones típicas mostradas en los planos y con los requisitos de la especificación de 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. Las concentraciones de material fino deben ser removidas por medio de la cuchilla niveladora o con una ligera escarificación. Se necesario, la superficie preparada puede ser ligeramente humedecida por medio de rociado, inmediatamente antes de la aplicación del material de imprimación.

– **Aplicación de la Capa de Imprimación**

Durante la ejecución se deben tomar las precauciones necesarias para evitar incendios. 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. Se 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 ensayada y aprobada en los tramos de prueba. En general, el régimen debe estar entre 0,7 a 1,5 lt/m², dependiendo de cómo se halle la textura superficial de la base. El control de la tasa de aplicación podrá ser definido de acuerdo a los siguientes métodos:

- Método de la Bandeja
- Diferencia de Pesos del camión Tanque de Imprimación antes y después de la aplicación

La temperatura del material bituminoso en el momento de aplicación, debe estar comprendida dentro de los límites establecidos en la Tabla 3.

Tabla 3: Rangos de Temperatura de Aplicación (° C)

Tipo y Grado del Asfalto	Rangos de Temperatura	
	En Esparcido o Riego	En Mezclas Asfálticas (1)
Asfaltos Diluidos:		
MC-30	30-(2)	-
RC-70 o MC-70	50-(2)	-
RC-250 o MC-250	75-(2)	60-80(3)
RC-800 o MC-800	95-(2)	75-100(3)
Emulsiones Asfálticas		
CRS-1	50-85	-
CRS-2	60-85	-
CMS-2	40-70	50-60
CMS-2h; CSS-1; CSS-1h	20-70	20-70
Cemento Asfáltico		
Todos los grados	140 máx. (4)	140 máx. (4)

- (1) Temperatura de mezcla inmediatamente después de preparada.
 (2) Máxima temperatura en la que no ocurre vapores o espuma
 (3) Temperatura en la que puede ocurrir inflamación. Se deben tomar precauciones para prevenir fuego o explosiones.
 (4) Se podrá elevar esta temperatura de acuerdo a las cartas temperatura-viscosidad del fabricante.

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. Se 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. Si las condiciones de tráfico lo permiten, la aplicación debe ser hecha sólo en la mitad del ancho de la base. Debe tenerse cuidado de colocar la cantidad correcta de material bituminoso a lo largo de la junta longitudinal resultante. Inmediatamente después de la aplicación de la capa de imprimación, ésta debe ser protegida por avisos y barricadas que impidan el tránsito durante el período de curado prudencial y a criterio adoptado según condiciones de campo, hasta lograr la penetración exigida y la cohesión de la superficie de la capa de base.

– **Protección de las Estructuras Adyacentes**

La superficie de todas las estructuras y árboles adyacentes al área sujeta a tratamiento, deben ser protegidas de manera tal, que se eviten salpicaduras o manchas.

– **Apertura al Tráfico y Mantenimiento**

El área imprimada debe airearse, sin ser arenada por un término de 24 horas, a menos que lo autorice 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, antes de que se reanude el tráfico.

Aceptación de los trabajos

– **Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, se efectuará los siguientes controles:

- Verificar la implementación para cada fase de los trabajos de lo especificado en la especificación de Mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan todos los requisitos de calidad exigidos en la Subsección 400.02 del manual Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2000) Capítulo 4 – Pavimento Asfáltico – Sección 400.
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado como resultado del tramo de prueba.
- Verificar los resultados de pruebas para verificar la eficiencia de los productos mejoradores de adherencia, siempre que ellos se incorporen.
- Verificar y aprobar las mediciones de los servicios ejecutados, así como verificar la textura superficial y comprobar la uniformidad de la superficie.

Se deberá cubrir las áreas en las que el Supervisor efectúe verificaciones de la dosificación de riegos de imprimación

– **Calidad del material asfáltico**

A la llegada de cada camión termo tanque con cemento asfáltico o emulsión asfáltica para el riego, se deberá entregar al Supervisor un certificado de calidad del producto, así como la garantía del fabricante de que éste cumple con las condiciones especificadas en las Tablas 1 o 2, sin admitir ningún tipo de tolerancia.

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. Comprobará mediante muestras representativas (mínimo una muestra por cada 9000 galones o antes si el volumen de entrega es menor), el grado de viscosidad cinemática del producto, mientras que si está utilizando emulsión asfáltica, se comprobará su tipo, contenido de agua y penetración del residuo. En todos los casos, guardará una muestra para ensayos ulteriores de contraste, cuando se manifieste inconformidad con los resultados iniciales.

– **Dosificación**

El Supervisor se abstendrá de aceptar áreas imprimadas donde la dosificación varíe de la aprobada por él en más de diez por ciento (10%).

Medición

La unidad de medida será el metro cuadrado (m²), aproximado al entero, de todo trabajo ejecutado a satisfacción del Supervisor, de acuerdo a lo exigido en la especificación respectiva.

Pago

Ítem de Pago	Unidad de Pago
Imprimación Asfáltica	M2

• **RIEGO DE LIGA**

Objetivo

Establecer las sistemáticas empleadas para la ejecución de servicios de riegos de material asfáltico en la obra de la Carretera Cañete – Yauyos – Huancayo del km 166+500 al km 166+800.

Alcance

Comprende la ejecución de riegos asfálticos en el tramo referenciado.

Realización del Servicio

El riego de liga debe ser muy delgado y debe cubrir uniformemente el área a ser pavimentada.

Materiales

Los materiales asfálticos que se pueden utilizar para la aplicación del Riego de Liga son Emulsión Catiónica de rotura rápida CRS-1 o CRS-2.

El tipo de material asfáltico debe ser seleccionado e indicado en los planos del Proyecto y debe satisfacer los requisitos establecidos en la tabla 01.

Tabla 1

**Mezclas en Caliente
 Tipo de Cemento Asfáltico Clasificado según Penetración**

Temperatura Media Anual			
24°C o más	24°C – 15°C	15°C - 5°C	Menos de 5°C
40 – 50 ó 60-70 ó Modificado	60-70	85 – 100 120 - 150	Asfalto Modificado

Con suficiente anticipación al comienzo de los trabajos de Riego de Liga, "El Contratista" debe someter a la aprobación de la Supervisión muestra (s) del material asfáltico del tipo seleccionado. No se deben iniciar dichos trabajos sin la previa aprobación, por escrito, de dicho material por la Supervisión.

De acuerdo al tipo de material asfáltico seleccionado, se debe determinar la cantidad de litros de material asfáltico que se debe aplicar por metro cuadrado de base, a menos que esa información estuviese indicada en los

planos. El cuadro siguiente debe servir como guía para hacer dicha determinación:

Tabla 2: Cantidad de Aplicación de Material Asfáltico para Riego de Liga

Material Asfáltico	Tipo	Cantidad (l/m ²)
Cemento Asfáltico	40/50; 60/70; 80/100 o 120/150	0,1 – 0,4
Emulsión diluida con agua en partes iguales	CRS-1 o CRS-2	0,2 – 0,7

Equipo

Para los trabajos de imprimación se requieren elementos mecánicos de limpieza y carrotanques irrigadores de agua y asfalto.

El equipo para limpieza estará constituido por una barredora mecánica y/o una sopladora mecánica. La primera será del tipo rotatorio y ambas serán operadas mediante empuje o arrastre con tractor. Como equipo adicional podrán utilizarse compresores, escobas, y demás implementos que el Supervisor autorice.

El carrotanque imprimador de materiales bituminosos deberá cumplir exigencias mínimas que garanticen la aplicación uniforme y constante de cualquier material bituminoso, sin que lo afecten la carga, la pendiente de la vía o la dirección del vehículo. Sus dispositivos de irrigación deberán proporcionar una distribución transversal adecuada del ligante. El vehículo deberá estar provisto de un velocímetro calibrado en metros por segundo (m/s), o pies por segundo (pie/s), visible al conductor, para mantener la velocidad constante y necesaria que permita la aplicación uniforme del asfalto en sentido longitudinal.

El carrotanque deberá aplicar el producto asfáltico a presión y para ello deberá disponer de una bomba de impulsión, accionada por motor y provista de un indicador de presión. También, deberá estar provisto de un termómetro para el ligante, cuyo elemento sensible no podrá encontrarse cerca de un elemento calentador.

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 carrotanque 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

Preparación de la Superficie

La superficie sobre la cual ha de aplicarse el riego deberá cumplir todos los requisitos de uniformidad exigidos para que pueda recibir la capa asfáltica según lo contemplen los documentos del Proyecto. De no ser así, el Contratista deberá realizar todas las correcciones previas que le indique el Supervisor.

La superficie deberá ser limpiada de polvo, barro seco, suciedad y cualquier material suelto que pueda ser perjudicial para el trabajo, empleando barredoras o sopladoras mecánicas en sitios accesibles a ellas y escobas manuales donde aquellas no puedan acceder.

Aplicación del Material Bituminoso

El control de la cantidad de material asfáltico aplicado en el Riego de Liga se debe hacer comprobando la adherencia al tacto de la cubierta recién regada. La variación, permitida de la proporción (L/m^2) seleccionada, no debe exceder en 10%, por exceso o por defecto, a dicha proporción.

Durante la aplicación del Riego de Liga, el Contratista debe tomar todas las precauciones necesarias para evitar cualquier contacto de llamas o chispas con los materiales asfálticos y con gases que se desprenden de los mismos. El Contratista es responsable por los accidentes que puedan ocurrir por la omisión de tales precauciones.

El riego solo se aplicará cuando la superficie esté seca y con la anticipación necesaria a la colocación de la capa bituminosa, para que presente las condiciones de adherencia requeridas.

No se requerirá riego de liga en el caso de mezclas asfálticas colocadas como máximo dentro de las cuarenta y ocho horas (48 h) de la colocación de la primera capa asfáltica y no haya habido tránsito vehicular, ni contaminación de la superficie.

No se permitirán riegos de liga cuando la temperatura ambiental a la sombra y de la superficie sea inferiores a cinco grados Celsius (5°C) o haya lluvia o apariencia que pueda ocurrir.

La secuencia de los trabajos de pavimentación asfáltica se debe planear de manera que las áreas que sean cubiertas con el Riego de Liga se les apliquen el mismo día la capa asfáltica subsiguiente.

El Contratista debe tomar las precauciones necesarias para evitar que con el riego del material asfáltico se manchen sumideros, cunetas, barandas, etc. Igualmente debe proteger la vegetación adyacente a la zona para evitar que sea salpicada o dañada. El Contratista está obligado a limpiar y a reparar todo lo que resulte afectado por el Riego de Liga sin recibir compensación alguna por tales trabajos.

Aceptación de los Trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, se efectuará los siguientes controles:

- Verificar la implementación para cada fase de los trabajos de lo especificado en la especificación de Mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan todos los requisitos de calidad exigidos en la Subsección 400.02 del manual Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2000) Capítulo 4 – Pavimento Asfáltico – Sección 400.
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado como resultado del tramo de prueba.
- Verificar los resultados de pruebas para verificar la eficiencia de los productos mejoradores de adherencia, siempre que ellos se incorporen.
- Verificar y aprobar las mediciones de los servicios ejecutados, así como verificar la textura superficial y comprobar la uniformidad de la superficie.

Se deberá cubrir las áreas en las que el Supervisor efectúe verificaciones de la dosificación de riegos de material bituminoso.

Calidad del material bituminoso

A la llegada de cada camión termo tanque con cemento asfáltico o emulsión asfáltica para el riego de liga, el Contratista deberá entregar al Supervisor un

certificado de calidad del producto, así como la garantía del fabricante de que éste cumple con las condiciones especificadas en la Tabla 3 según el material bituminoso que se esté utilizando.

Tabla 3:

Especificaciones para Emulsiones Catiónicas (ASTM D-2397)

TIPO DE EMULSIONES	ROTURA RAPIDA				ROTURA MEDIA				ROTURA LENTA			
	CRS - 1		CRS - 2		CMS-2		CMS - 2h		CSS - 1		CSS - 1h	
1. ENSAYO SOBRE EMULSIONES	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx
Viscosidad												
• Saybolt Furol a 25 C Seg	20	100							20	100	20	100
• Saybolt Furol a 50 C Seg			100	400	50	450	50	450				
Estabilidad de Almacenamiento												
• Sedimentación a los 7 días %		1		1		1		1		1		1
Destilación												
• Contenido de Asfalto Residual %	60		65		65		65		57		57	0
• Contenido de Disolventes %		3		3		12		12				
Tamizado												
• Retenido T 20 (850 mm)		0.1		0.1		0.1		0.1		0.1		0.1
Rotura												
• Dioctilsulfosuccinato sódico %	40		40									
• Mezcla con cemento %												2
Carga Partícula	Positiva		Positiva		Positiva		Positiva		Positiva		Positiva	
Recubrimiento del agregado y resistencia de desplazamiento												
• Con agregado seco					Buena							
• Con agregado seco y acción del					Satisfactoria							
• Con agregado húmedo					Satisfactoria							
• Con agregado húmedo y acción del					Satisfactoria							
DESTILACION												
Penetración (25°C, 100 gr, 5 seg)												
0.1 mm.	100	250	100	250	100	250	40	90	100	250	40	90
Ductilidad (25°C, 5 cm/m) cm	40		40		40		40		40		40	
Tricloroetileno %	97.5		97.5		97.5		97.5		97.5		97.5	

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 el caso de empleo de cemento asfáltico, el Supervisor comprobará, mediante muestras representativas mínimo una cada 9000 galones ó antes si el volumen de entrega es menor, el grado de viscosidad absoluta del producto, mientras que si está utilizando emulsión asfáltica, se comprobará su tipo, contenido de agua y penetración del residuo. En todos los casos, guardará una muestra para ensayos ulteriores de contraste, cuando el Contratista o el fabricante manifiesten inconformidad con los resultados iniciales.

Medición

La unidad de medida será el metro cuadrado (m²), aproximado al entero, de todo trabajo ejecutado a satisfacción del Supervisor, de acuerdo a lo exigido en la especificación respectiva.

Pago

Ítem de Pago	Unidad de Pago
Riego de liga	M2

• **ASFALTO DILUIDO**

Objetivo

Establecer las sistemáticas empleadas para control del almacenamiento, transporte y manejo de asfalto diluido tipo MC-30, en la obra de la Carretera Cañete – Yauyos – Huancayo del km 166+500 al km 166+800.

Alcance

Comprende el empleo de asfalto diluido en los servicios del tramo referenciado.

Realización del Servicio

Esta especificación se refiere al suministro de asfalto diluido de curado rápido, tipo RC-250, en el sitio de aplicación de riegos de imprimación y tratamientos superficiales, según lo indique el Proyecto o lo autorice el Supervisor.

Materiales

El asfalto diluido suministrado deberá cumplir los requisitos indicados en la Tabla 1.

Tabla 1: Requisitos de Material Bituminoso Diluido de Curado Medio

Características	Ensayo	MC-30		MC-70		MC-250	
		Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
Viscosidad Cinemática a 60°C, mm ² /s	MTC E 301	30	60	70	140	250	500
Punto de Inflamación (TAG, Copa abierta) °C	MTC E 312	38		38		66	
Destilación, volumen total destilado hasta 360°C, %Vol	MTC E 313	40	25	0	20	0	10
> A 190°C		75	70	20	60	15	55
> A 225°C			93	65	90	60	87
> A 260°C							
> A 315°C							
Residuo de la destilación a 315°C		50		55		67	
Pruebas sobre el residuo de la destilación	MTC E 306	100	250	100		100	
> Ductilidad a 25°C, 5 cm/min., cm. Penetración a 25°C, 100 gr., 5 seg. (*)	MTC E 304	120	120	120	250	120	250
> Viscosidad absoluta a 60°C, Pa.s		30		30	120	30	120
> Solubilidad en tricloroetileno, %	MTC E 302	99		99		99	
Contenido de agua, % del volumen		-	0,2	-	0,2	-	0,2

Equipo

Vehículos de transporte

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.

Deberán estar dotados, además, de los medios mecánicos que permitan el rápido traslado de su contenido a los depósitos de almacenamiento.

Antes de cargar los termo tanques se debe examinar el contenido y remover todo el remanente de transportes anteriores que puedan contaminar el material. Las válvulas de abastecimiento deben llevar un precinto de seguridad del proveedor.

Depósitos de almacenamiento

El almacenamiento que requiera el cemento asfáltico, antes de su uso, se realizará en tanques con dispositivos de calentamiento que permitan mantener la temperatura necesaria del asfalto para su mezcla con los agregados. Los tanques de almacenamiento deben ser destinados para un determinado tipo de producto asfáltico, que debe estar identificado con una inscripción en el tanque que así lo indique.

Protección al personal

Es necesario dotar con elementos de seguridad al personal de obra tales como tapabocas, cascos, guantes, y otros que se crean pertinentes, a fin de evitar sean afectados por la emisión de gases tóxicos así como por las probables quemaduras que pueda ocurrir al realizar estas actividades.

Elementos de seguridad

Se debe disponer para el personal de obra un botiquín, y un extintor de manera tal que pueda ser accesible y utilizado de manera fácil. Por otro lado, el contratista debe proteger los cruces con cuerpo de agua y colocar barreras que impidan la contaminación del drenaje natural.

Requerimientos de Construcción

Se 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 el procedimiento de calidad correspondiente al servicio en ejecución. 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.

Aceptación de los Trabajos

– Controles

El Supervisor efectuará los siguientes controles:

- Exigir un certificado de calidad del producto y garantía del fabricante de que el producto cumple las condiciones de calidad especificadas.
- Verificar que durante el vaciado de los termo tanques no se lleven a cabo manipulaciones que puedan afectar la calidad del producto y la seguridad de las personas.
- Tomar cada vez que lo estime conveniente, muestras para los ensayos.

Condiciones específicas para el recibo y tolerancia

El Supervisor deberá verificar la cantidad de asfalto diluido incorporado en riegos de imprimación sobre la base terminada.

Medición

La unidad de medición del asfalto diluido, según el tipo utilizado, será el litro (L), aproximado al litro completo de asfalto diluido incorporado en los riegos de imprimación y tratamientos superficiales ejecutados a satisfacción del Supervisor.

Pago

Ítem de Pago	Unidad de Pago
Asfalto Diluido MC-30	Litros (L)

- **EMULSIÓN ASFÁLTICA**

Objetivo

Establecer las sistemáticas empleadas para el control del almacenamiento, transporte y manejo de emulsiones asfálticas, en la obra de la Carretera Cañete – Yauyos – Huancayo del km 166+500 al km 166+800.

Alcance

Comprende el empleo de emulsión asfáltica en los servicios del tramo referenciado.

Realización del Servicio

Esta especificación se refiere a la fabricación y/o suministro de emulsiones asfálticas, del tipo y características de rotura apropiados, en el sitio de ejecución de riegos de imprimación y liga, sellos de arena-asfalto y lechadas asfálticas, construidos de acuerdo con lo establecido en los procedimientos de calidad correspondiente y conforme a las exigencias de la presente especificación.

Materiales

El material bituminoso por suministrar será una emulsión asfáltica catiónica, modificada o no por la adición de polímeros, cuyo tipo y características de rotura dependerán del ítem del cual vaya a formar parte.

Deberá cumplir, para los casos de emulsiones sin la adición de polímeros, con los requisitos de calidad establecidos en la Tabla 1.

Tabla 1: Especificaciones para Emulsiones Catiónicas (ASTM D-2397)

TIPO DE EMULSIONES	ROTURA RAPIDA				ROTURA MEDIA				ROTURA LENTA			
	CRS - 1		CRS - 2		CMS-2		CMS - 2h		CSS - 1		CSS - 1h	
1. ENSAYO SOBRE EMULSIONES	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx
Viscosidad • Saybolt Furol a 25 C Seg • Saybolt Furol a 50 C Seg	20	100	100	400	50	450	50	450	20	100	20	100
Estabilidad de Almacenamiento • Sedimentación a los 7 días %		1		1		1		1		1		1
Destilación • Contenido de Asfalto Residual % • Contenido de Disolventes %	60		65		65		65		57		57	0
Tamizado • Retenido T 20 (850 mm)		0.1		0.1		0.1		0.1		0.1		0.1
Rotura • Dioctilsulfosuccinato sódico % • Mezcla con cemento %	40		40									2
Carga Partícula	Positiva		Positiva		Positiva		Positiva		Positiva		Positiva	
Recubrimiento del agregado y resistencia de desplazamiento												
• Con agregado seco					Buena							
• Con agregado seco y acción del					Satisfactoria							
• Con agregado húmedo					Satisfactoria							
• Con agregado húmedo y acción del					Satisfactoria							
DESTILACION												
Penetración (25°C, 100 gr, 5 seg) 0.1 mm.	100	250	100	250	100	250	40	90	100	250	40	90
Ductilidad (25°C, 5 cm/m) cm	40		40		40		40		40		40	
Tricloroetileno %	97.5		97.5		97.5		97.5		97.5		97.5	

Equipo

– Vehículos de transporte

El transporte de la emulsión asfáltica desde la planta de fabricación hasta el sitio de mezcla o de colocación se realizará a granel, en carrotaques que no requieren aislamientos térmicos ni calefacción. Estarán dotados de los medios mecánicos que permitan el rápido traslado de su contenido a los depósitos de almacenamiento. Antes de cargar los vehículos se debe examinar su contenido y remover todo el remanente de transportes anteriores que puedan contaminar el material. Las válvulas de abastecimiento deben llevar un precinto de seguridad del proveedor.

– Depósitos de almacenamiento

El almacenamiento que requiera la emulsión asfáltica, antes de su uso, se realizará en tanques cilindricos, con tuberías de fondo para carga y

descarga, las cuales deberán encontrarse en posiciones diametralmente opuestas. Los tanques tendrán bocas de ventilación para evitar que trabajen a presión y aparatos de medida y seguridad necesarios para garantizar su correcto funcionamiento. Deberán, además, estar provistos de elementos que permitan la recirculación de la emulsión, cuando ésta deba almacenarse por tiempo prolongado.

Requerimientos de Construcción

Se suministrará la emulsión asfáltica cumpliendo las disposiciones legales aplicables, en especial las referentes a las dimensiones y pesos de los vehículos de transporte y al control de la contaminación ambiental. A la llegada de cada carrotanque al sitio de trabajo, se deberá entregar al Supervisor una certificación expedida por el fabricante de la emulsión, donde se indiquen las fechas de elaboración y despacho, el tipo y velocidad de rotura, efectuados sobre muestras representativas de la entrega. El empleo de la emulsión asfáltica se hará conforme se establece en el procedimiento de calidad correspondiente al servicio en ejecución.

Aceptación de los Trabajos

Controles

En relación con esta especificación, el Supervisor efectuará los siguientes controles:

- Exigir para cada envío de emulsión asfáltica un Certificado de Calidad del Producto, así como la garantía del fabricante de que dicho producto cumple las condiciones especificadas. (Si la emulsión es fabricada en la propia obra, el contratista emitirá el correspondiente Certificado de Calidad).
- Verificar el estado y funcionamiento de equipos de transporte y almacenamiento.
- Verificar que durante el vaciado de los carrotanques no se lleven a cabo manipulaciones que puedan afectar la calidad del producto.
- Verificar los resultados de los ensayos indicados en las especificaciones de los servicios correspondientes.

– **Condiciones específicas para el recibo y tolerancias**

Al respecto, el Supervisor verificará además los resultados de los ensayos necesarios para determinar la cantidad de emulsión asfáltica incorporada en riegos, tratamientos, sellos de arena-asfalto, lechadas, las mezclas y estabilizaciones.

Medición

La unidad de medición de la emulsión asfáltica, según el tipo utilizado, será el litro (L), aproximado al litro completo de emulsión incorporada en los riegos de tratamientos superficiales ejecutados a satisfacción del Supervisor.

Pago

Ítem de Pago	Unidad de Pago
Emulsión Asfáltica Tipo CRS-2	Litros (L)

• **TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA**

Objetivo

Establecer las sistemáticas empleadas para los de servicios de tratamiento superficial bicapa, en la obra de la Carretera Cañete – Yauyos – Huancayo del km 166+500 al km 166+800.

Alcance

Comprende la aplicación de un tratamiento superficial bicapa en los servicios del tramo referenciado.

Realización del Servicio

Consiste en la ejecución de dos capas de tratamiento asfáltico en conformidad con los alineamientos, cotas y secciones indicadas en los planos y documentos del proyecto. El tratamiento superficial asfáltico bicapa comprende la aplicación inicial de un revestimiento de imprimación seguido de dos revestimientos de liga y dos revestimientos de agregado pétreo, interpuestos entre sí.

Materiales

Los materiales para ejecutar estos trabajos serán:

– **Agregados Pétreos**

Los agregados pétreos para la ejecución del tratamiento superficial deben cumplir con las exigencias de calidad en la Tabla 1. Además, los agregados triturados y clasificados deberán presentar una gradación uniforme, que se ajustará a alguna de las franjas granulométricas que se indican en la Tabla 2. El tipo de material y su respectiva gradación corresponderá a la establecida en los estudios de la Ingeniería de Detalle.

Tabla 1: Requisitos de Agregados Pétreos

Ensayos	Especificaciones
Partículas fracturadas del agregado grueso con Una cara fracturada (MTC E 210)	85% mín.

Partículas del agregado grueso con dos caras fracturadas (MTC E 210)	60% mín.
Partículas Chatas y alargadas (ASTM D-4791)	15% máx.
Abrasión (MTC E 207)	40% máx.
Pérdida en sulfato de sodio (MTC E 209)	12% máx.
Pérdida en sulfato de magnesio (MTC E 209)	18% máx.
Adherencia (MTC E 519)	+95
Terrones de Arcilla y Partículas Friables (MTC E212)	3% máx.
Sales solubles Totales (MTC E 219)	0.5% máx.

Tabla 2: Rangos de Gradación para Tratamientos Superficiales

Tamiz	Porcentaje que pasa			
	Tipo de Material			
	A	B	C	D
25,0 mm. (1")	100	-	-	-
19,0 mm. (3/4")	90 – 100	100	-	-
12,5 mm. (1/2")	10 – 45	90 – 100	100	-
9,5 mm. (3/8")	0 – 15	20 – 55	90 – 100	100
6,3 mm. (1/4")	-	0 – 15	10 – 40	90 – 100
4,75 mm. (N° 4)	0 – 5	-	0 – 15	20 – 55
2,36 mm. (N° 8)	-	0 – 5	0 - 5	0 – 15
1,18 mm. (N° 16)	-	-	-	0 – 5

– **Material Bituminoso**

El material bituminoso a ser aplicado será una emulsión catiónica de rotura rápida del tipo CRS-2, según las características establecidas en las Tablas 3.

Tabla 3: Especificaciones para Emulsiones Catiónicas (ASTM D-2397)

TIPO DE EMULSIONES	ROTURA RAPIDA				ROTURA MEDIA				ROTURA LENTA			
	CRS - 1		CRS - 2		CMS-2		CMS - 2h		CSS - 1		CSS - 1h	
	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx
1. ENSAYO SOBRE EMULSIONES												
Viscosidad												
• Saybolt Furol a 25 C Seg	20	100							20	100		100
• Saybolt Furol a 50 C Seg			100	400	50	450	50	450				
Estabilidad de Almacenamiento												
• Sedimentación a los 7 días %		1		1		1		1		1		1
Destilación												
• Contenido de Asfalto Residual %	60		65		65		65		57		57	0
• Contenido de Disolventes %		3		3		12		12				
Tamizado												
• Retenido T 20 (850 mm)		0.1		0.1		0.1		0.1		0.1		0.1
Rotura												
• Dioctilsulfosuccinato sódico %	40		40									
• Mezcla con cemento %												2
Carga Partícula		Positiva		Positiva		Positiva		Positiva		Positiva		Positiva
Recubrimiento del agregado y resistencia de desplazamiento												
• Con agregado seco						Buena						
• Con agregado seco y acción del						Satisfactoria						
• Con agregado húmedo						Satisfactoria						
• Con agregado húmedo y acción del						Satisfactoria						
DESTILACION												
Penetración (25°C, 100 gr, 5 seg) 0.1 mm.		250										
	100		100	250	100	250	40	90	100	250	40	90
Ductilidad (25°C, 5 cm/m) cm	40		40		40		40		40		40	
Tricloroetileno %	97.5		97.5		97.5		97.5		97.5		97.5	

El material bituminoso de acuerdo a la aplicación y al tipo de tratamiento establecido será distribuido dentro de los rangos de temperatura determinados en la carta viscosidad - temperatura.

– **Aditivos mejoradores de adherencia**

En caso de que los requisitos de adhesividad indicados en cada especificación no sean satisfechos, se incorporará un producto mejorador de adherencia de calidad reconocida, en una proporción adecuada. Este aditivo debe cumplir con los requisitos establecidos en el manual Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2000) – Capítulo 4 – Pavimento Asfáltico – Sección 424.

Equipo

Todos los equipos empleados deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados, 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 establecidas en la presente especificación

Para la ejecución del tratamiento superficial se requieren, básicamente, equipos para la explotación de agregados, una planta de trituración y clasificación de agregados, equipo para la limpieza de la superficie, distribuidor del material bituminoso, esparcidor de agregado pétreo, compactadores neumáticos y herramientas menores.

Equipo para la elaboración y clasificación de agregados triturados

La planta de trituración estará provista de una trituradora adecuada para alcanzar la granulometría exigida para los agregados, una clasificadora y, de ser necesario, un equipo de lavado. Además, deberá estar provista de los filtros necesarios para prevenir la contaminación ambiental.

Equipo para la aplicación del ligante bituminoso

El carrotanque imprimador de materiales bituminosos deberá cumplir exigencias mínimas que garanticen la aplicación uniforme y constante de cualquier material bituminoso, sin que lo afecten la carga, la pendiente de la vía o la dirección del vehículo. Sus dispositivos de irrigación deberán proporcionar una distribución transversal adecuada del ligante. El vehículo deberá estar provisto de un tacómetro o velocímetro calibrado, visible al conductor, para mantener la velocidad constante y necesaria que permita la aplicación uniforme del asfalto en sentido longitudinal.

El carrotanque deberá aplicar el producto asfáltico a presión y para ello deberá disponer de una bomba de impulsión, accionada por motor y provista de un indicador de presión. También, deberá estar provisto de un termómetro para el ligante, cuyo elemento sensible no podrá encontrarse cerca de un elemento calentador.

Para áreas inaccesibles al carrotanque y para retoques y aplicaciones mínimas, se usará una regadora portátil, con sus elementos de irrigación a presión, o una extensión del carrotanque con boquilla de expansión que permita un riego uniforme.

Equipo para la extensión del agregado pétreo

Se emplearán distribuidoras de agregados autopropulsadas o extendedoras mecánicas acopladas a volquetes, que garanticen un esparcido uniforme del agregado.

Equipo de compactación

Se emplearán rodillos neumáticos de un peso superior a cinco toneladas (5 t). Sólo podrán emplearse rodillos metálicos lisos si su acción no produce fractura de los agregados pétreos.

Requerimientos de Construcción

Explotación y producción de agregados

Los procedimientos y equipos de explotación, clasificación, trituración, lavado y el sistema de almacenamiento, deberán garantizar el suministro de un producto de características uniformes.

Todos los trabajos de clasificación de agregados y en especial la separación de partículas de tamaño mayor que el máximo especificado para cada gradación, se deberán ejecutar en el sitio de explotación o elaboración y no se permitirá efectuarlos en la vía.

Al abandonar las canteras temporales, se remodelará el terreno para recuperar las características hidrológicas superficiales de ellas, debiendo cumplir con lo indicado en la Subsección 05.06 del manual Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2000) – Generalidades.

Preparación de la superficie existente

La construcción del tratamiento no se iniciará hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar, tenga la compactación y densidad adecuada, las cotas y dimensiones indicadas en los planos. Todas las irregularidades que excedan las tolerancias establecidas en la especificación respectiva, deberán ser corregidas de acuerdo a lo establecido en la Sección correspondiente al nivel o partida de obra sobre el que se aplicará el tratamiento.

Antes de la construcción del tratamiento se efectuará una imprimación previa de la superficie. Ella se realizará de acuerdo con lo establecido en la especificación de Imprimación Asfáltica. No se permitirá la construcción del tratamiento mientras el riego de imprimación no haya completado su curado y, en ningún caso, antes de veinticuatro horas (24 h), transcurridas desde su aplicación.

En el momento de aplicar el ligante bituminoso, la superficie deberá estar seca y libre de cualquier sustancia que resulte objetable.

Tramo de Prueba

Antes de iniciar los trabajos, se emprenderá un tramo de prueba para verificar el estado de los equipos y determinar, en secciones de ensayo de ancho y longitud definidos previamente, el método definitivo de preparación, transporte, colocación y compactación del tratamiento, de manera que se cumplan los requisitos aplicables.

Se tomará muestras del tratamiento, para determinar su conformidad con las condiciones especificadas que correspondan en cuanto a granulometría, dosificación, densidad y demás requisitos.

En caso de que el trabajo elaborado no se ajuste a dichas condiciones, se deberá efectuar inmediatamente las correcciones requeridas en los equipos y sistemas o, si llega a ser necesario, en la fórmula de trabajo, repitiendo las secciones de ensayo una vez efectuadas las correcciones. El tramo de prueba podrá ser ejecutado dentro o fuera de la vía, a criterio del contratista.

Se definirán en esta fase los tiempos de rotura y curado, con el fin de que se puedan tomar las provisiones necesarias en el control del tránsito público.

En caso que los tramos de prueba sean rechazados o resulten defectuosos se debe levantarlo totalmente, transportando los residuos a las zonas de depósito indicadas en el Proyecto. Además, deben ser efectuadas inmediatamente las correcciones requeridas a los sistemas de producción de agregados, preparación de mezcla, extensión y compactación hasta que ellos resulten satisfactorios.

El empleo de pavimento asfáltico en la construcción de carreteras requiere tener un adecuado manejo ambiental, dado que las consecuencias pueden ser grandes. Para lo cual, se requiere realizar una serie de acciones

complementarias para que sus efectos negativos se minimicen o eviten y no altere el ecosistema.

Durante la aplicación del material bituminoso, se deberá contar con extintores, dispuestos en lugares de fácil accesibilidad para el personal de obra, debido a que las temperaturas en las que se trabajan pueden generar incendios. Además, se debe contar con un botiquín permanente que reúna los implementos apropiados para cualquier tipo de quemaduras que pudiera sufrir el personal de obra y dotar al personal de obra que trabaja directamente en las labores de aplicación del material bituminoso, con equipos idóneos para la protección de los gases que emanen de éstas.

Se debe disponer, si las condiciones así lo requieren, de un personal exclusivo para vigilar y evitar que personas ajenas a las obras ingresen a las zonas de obra, para que no retrasen las labores y salvaguardar su integridad física. También se debe disponer de un vehículo para casos en que ocurran eventuales accidentes.

Se debe dar la protección adecuada para evitar que se manche y dañe la infraestructura adyacente a la vía. Se debe proteger veredas, cursos de agua, jardines, áreas verdes naturales, zonas arqueológicas, etc.

En las áreas que han sido tratadas, no se debe permitir el paso de vehículos, para lo cual se instalarán las señalizaciones y desvíos correspondientes. En las probables zonas críticas indicadas en el proyecto se debe dar una protección adecuada contra los factores climáticos, geodinámicos, etc., a fin de que no se retrasen las obras.

Aplicación del ligante bituminoso (primera capa)

Antes de la aplicación del ligante bituminoso se marcará una línea guía en la calzada para controlar el paso del distribuidor y se señalará la longitud de la carretera que quedará cubierta, de acuerdo con la cantidad de material bituminoso disponible en el distribuidor y la capacidad de extensión del esparcidor de agregados pétreos.

La dosificación elegida del ligante se aplicará de manera uniforme a una temperatura que se halle entre los rangos indicados en la Tabla 4, evitando duplicaciones de dotación en las juntas transversales de trabajo, para lo cual se colocarán fajas de papel grueso tipo Kraft, de ancho no menor a un metro

(1,0 m), bajo los difusores, en aquellas zonas donde comience o se interrumpa la aplicación.

Tabla 4: Rangos de Temperatura de Aplicación (°C)

Tipo y Grado del Asfalto	Rangos de Temperatura	
	En Esparcido o Riego	En Mezclas Asfálticas (1)
Emulsiones Asfálticas		
CRS-1	50-85	-
CRS-2	60-85 (2)	-
CMS-2	40-70	50-60
CMS-2h; CSS-1; CSS-1h	20-70	20-70

(1) Temperatura de mezcla inmediatamente después de preparada.

(2) Con o sin adición de polímero.

Al comienzo de cada jornada de trabajo se deberá verificar la uniformidad del riego. Si fuere necesario, se calentarán las boquillas de irrigación antes de cada descarga. La bomba y la barra de distribución deberán limpiarse al final de la jornada.

Por ningún motivo se permitirá la ejecución del tratamiento cuando la temperatura ambiente a la sombra y la de la superficie sean inferiores a diez grados Celsius (10°C) o haya lluvia.

Durante la aplicación deberán protegerse los elementos tales como sardineles, vallas, cabezales de alcantarillas o árboles. En trabajos de prueba o de limpieza de los equipos, no se permitirá descargar el material bituminoso en zanjas o zonas próximas a la carretera.

No se permitirá ningún tipo de tránsito sobre el ligante aplicado.

– **Extensión y compactación del agregado pétreo (primera capa)**

La extensión del agregado se realizará de manera uniforme, en la cantidad indicada en la Ingeniería de Detalle y confirmada en el tramo de prueba e inmediatamente después de la aplicación del ligante bituminoso. La distribución del agregado se hará de manera que se evite el tránsito del esparcidor sobre la capa del ligante sin cubrir.

Cuando el material bituminoso se aplique por franjas, el agregado se esparcirá de forma que quede sin cubrir una banda de cinco a veinte centímetros (5 cm - 20 cm) de la zona tratada, aledaña a la zona que aún no ha recibido el riego, con el objeto de completar en dicha banda la dosificación prevista del ligante al efectuar su aplicación en la franja adyacente.

Las operaciones de compactación se realizarán con el rodillo neumático y comenzarán inmediatamente después de la aplicación del agregado pétreo. En zonas en tangente, la compactación se iniciará por el borde exterior avanzado hacia el centro. En curvas, se iniciará desde el borde inferior hacia el borde superior, traslapando cada recorrido con el anterior. La compactación continuará hasta obtener una superficie lisa y estable. En ningún caso se aceptará menos de tres pasadas completas del rodillo.

Aplicación del ligante bituminoso (segunda capa)

La segunda capa del ligante bituminoso será aplicada en la cantidad y temperaturas indicadas en el proyecto. Se aplicará dentro de las 24 horas siguientes a la construcción de la primera capa. El ancho de franja en que se aplique debe variar en relación con el empleado en el anterior en unos veinte centímetros (20 cm.), en más o menos, con el fin de impedir que la junta de construcción longitudinal se superponga con la de la primera capa, para obtener una superficie uniforme.

Extensión y Compactación del agregado pétreo (segunda capa)

La extensión se realizará en la cantidad indicada en el Proyecto, inmediatamente después de la aplicación de la segunda capa de ligante bituminoso. En esta segunda capa, se puede utilizar un rodillo liso cilíndrico metálico, para mejorar la apariencia de la capa final y su transitabilidad.

Dosificación del Tratamiento Superficial

Las cantidades aproximadas de materiales a utilizar se dan en la **Tabla 5**, las que deben ser ajustadas para las condiciones locales, de acuerdo a la secuencia de operaciones.

Tabla 5: Cantidades aproximadas de materiales para Tratamiento Superficial Bicapa - (TME) (Usando Emulsión Asfáltica con o sin adición de polímero)

Secuencia de Operaciones (1)	Tipo de Tratamiento			
	TME1	TME2	TME3	TME4
Primera Capa				
Aplicar material asfáltico (L/m ²)	1,8 – 2,0	1,0 – 1,5	1,8 – 2,0	2,0 – 2,3
Distribución agregados: (kg/m ²)				
Gradación C	11 - 13			
Gradación B		15 – 17		
Gradación A			17 – 19	19 – 21
Segunda Capa				
Aplicar material asfáltico (L/m ²)	1,0 – 1,2	0,8 – 1,2	1,0 – 1,2	1,0 – 1,2
Distribución agregados: (kg/m ²)				
Gradación D	4 - 6	3 - 5		
Gradación C			7 - 9	9 – 11

(1) Gradación del Agregado Pétreo según Tabla 2.

(2) Las masas del agregado corresponden a un peso específico de 2.65 determinados según AASHTO-T84 y AASHTO-T85. Se deben efectuar correcciones proporcionales para agregados que tengan pesos específicos mayores de 2.75 o menores de 2.55.

– **Acabado, limpieza y eliminación de sobrantes**

Una vez terminada la compactación de cada capa, se barrerá la superficie del tratamiento para eliminar todo exceso de agregados que haya quedado suelto sobre la superficie, operación que deberá continuarse aún después de que el tramo con el tratamiento haya sido abierto al tránsito. El material sobrante deberá ser recogido para posterior destinación.

– **Apertura al tránsito**

Siempre que sea posible, deberá evitarse todo tipo de tránsito sobre la capa recién ejecutada durante las veinticuatro (24) horas siguientes a su terminación. Si ello no es factible, deberán tomarse medidas para que los vehículos no circulen a una velocidad superior a treinta kilómetros por hora (30 Km/h). Durante los 45 minutos iniciales después de concluida la

compactación, la velocidad no debe ser mayor de quince kilómetros por hora (15 Km/h).

Reparaciones

Todos los defectos que se presenten durante la ejecución del tratamiento o de la capa sellante, tales como juntas irregulares, defectos transversales en la aplicación del ligante o el agregado, irregularidades del alineamiento, etc., así como los que se deriven de un incorrecto control del tránsito recién terminados los trabajos, deberán ser corregidos.

Aceptación de los Trabajos

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 la especificación de Mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial.
- Verificar que las plantas de asfalto y de trituración estén provistas de filtros, captadores de polvo, sedimentadores de lodo y otros aditamentos adecuados y necesarios para impedir emanaciones de elementos particulados y gases que puedan afectar el entorno ambiental.
- Verificar los documentos que comprueben que los materiales por utilizar cumplan todos los requisitos de calidad exigidos.
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado como resultado del tramo de prueba, en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, transporte, colocación y compactación de los tratamientos.
- Verificar los resultados de los ensayos para comprobar las dosificaciones de agregados y ligante, así como la granulometría de aquellos.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados durante el período de ejecución de las obras.
- Verificar los resultados de pruebas para comprobar la eficiencia de los productos mejoradores de adherencia, siempre que ellos se incorporen.
- Verificar y aprobar las mediciones de los servicios ejecutados, así como los perfiles, tasas, textura superficial y la uniformidad de la superficie.

Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

Calidad del Material Bituminoso

- A la llegada de cada camión termo tanque con emulsión asfáltica para el riego, se deberá entregar al Supervisor certificado de calidad del producto, así como la garantía de que éste cumple rigurosamente las condiciones especificadas en las **Tablas 3**, según el material que se esté utilizando. Si la emulsión es producida en obra, el Contratista emitirá el respectivo Certificado de Calidad.
- El Supervisor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de material que no se encuentren respaldados por la certificación de calidad del fabricante.
- Se comprobará mediante muestras representativas (mínimo una muestra por cada 9000 galones o antes si el volumen de entrega es menor), el grado de viscosidad cinemática del producto, mientras que si está utilizando emulsión asfáltica, se comprobará su tipo, contenido de agua y penetración del residuo. Se guardará una muestra para ensayos posteriores de contraste, cuando se manifiesten inconformidad con los resultados iniciales.

Calidad de los agregados

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto, se tomará cuatro (4) muestras semanales y de cada fracción de ellas se determinará:

- El desgaste en la máquina de Los Ángeles, según norma de ensayo MTC E 207.
- Las pérdidas en el ensayo de solidez en sulfato de sodio, de acuerdo con la norma de ensayo MTC E 209.
- La adherencia, ensayo MTC E 519.
- Partículas Chatas y Alargadas ASTM D 4791

Durante la etapa de producción, se examinará las descargas a los acopios y ordenará el retiro de los agregados que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado. También, ordenará acopiar por separado aquellos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración o

partículas muy aplanadas o alargadas, y vigilará la altura de todos los acopios y el estado de sus elementos separadores.

En la Tabla 6 se indica los ensayos y frecuencias requeridas.

Tabla 6: Ensayos y Frecuencias

Material o Producto	Propiedades o Características	Método de Ensayo	Frecuencia	Lugar de muestreo
Agregado	Granulometría	MTC E 204	250m ³	Pista Dist. Agregado
	Tasa de aplicación		250m ³	Pista Dist. Agregado
	Partículas fracturadas	MTC E 210	250m ³	Cantera
	Partículas Chatas y Alargadas	ASTM D 4791	250m ³	Cantera
	Abrasión	MTC E 207	1000 m ³	Cantera
	Pérdida en Sulfato de Sodio	MTC E 209	1000 m ³	Cantera
	Adhesividad		1000 m ³	Cantera
Tratamiento Superficial	Resistencia al Deslizamiento (1)	MTC E 1004	por día	Pista Compactada
	Profundidad de textura (1)	MTC E 1005	1 por día	Pista Compactada
Material Bituminoso	Según tipo de material.		\sqrt{N} (2)	Tanque térmico al llegar a obra

(1) O antes, si por su génesis, existe variación estratigráfica horizontal y vertical que originen cambios en las propiedades físico - mecánicas de los agregados. En caso de que los metrados del proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada Propiedad y/o Característica.

(2) En todas las capas.

(3) N representa el número de tancadas de 30,000 L de material bituminoso requerido en la obra.

Calidad del producto terminado

El pavimento terminado deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la zona pavimentada no podrá ser, en ningún punto, inferior a la señalada en los planos.

Además, el Contratista efectuará los siguientes controles:

Tasa de aplicación

En sitios ubicados aleatoriamente se efectuarán en cada una de las capas de tratamiento y de capa sellante y diariamente, como mínimo, tres (3) determinaciones de las tasas de aplicación de ligante y agregados pétreos. La tasas medias de aplicación de ligante (TML) y de agregados (TMA) por jornada, no podrán variar en más de diez por ciento (10%) de las tasas previstas en el diseño y comprobadas en el tramo de prueba (TPL y TPA).

$$0,9 \text{ TPL} \leq \text{TML} \leq 1,1 \text{ TPL}$$

$$0,9 \text{ TPA} \leq \text{TMA} \leq 1,1 \text{ TPA}$$

Textura

Por jornada se efectuarán, como mínimo, dos determinaciones de la resistencia al deslizamiento (ASTM E303) y de la profundidad de textura con el círculo de arena. En relación con la primera, ningún valor individual podrá ser inferior a cuarenta y cinco centésimas (0,45) y en cuanto a la segunda, el promedio de las dos lecturas deberá ser, cuando menos, igual a un milímetro y dos décimas (1,2 mm), sin que ninguno de los valores individuales sea inferior a un milímetro (1,0 mm).

Rugosidad

Medida en unidades IRI, la rugosidad no podrá ser superior a tres metros cincuenta centímetros por kilómetro (3,5 m/Km). Todas las áreas donde los defectos de calidad y las irregularidades excedan las tolerancias indicadas en el presente numeral, deberán ser corregidas.

Medición

La unidad de medida será el metro cuadrado, aproximado al entero, de todo trabajo ejecutado a satisfacción del Supervisor, de acuerdo a lo exigido en la especificación respectiva.

Pago

Ítem de Pago	Unidad de Pago
Tratamiento Superficial Bicapa (TSB)	M2

i. Análisis de Costos Unitarios

Presupuesto	AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA ALLIS KM.166+500 AL 166+800					
Subpresupuesto	DISEÑO DE PAVIMENTOS Y ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES					
Cliente	Ministerio de Transportes y Comunicaciones				Costo al:	04/05/2009
Lugar	CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO					
Partida	01.02 TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION					
Rendimiento	km/DIA	0.1000	EQ. 0.1000	Costo unitario directo por : km		9,296.69
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147000032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	80.0000	16.32	1,305.60
0147010004	PEON	hh	6.0000	480.0000	11.01	5,284.80
						6,590.40
Materiales						
0203020003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		0.1200	3.29	0.39
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.0400	18.96	0.76
0229060005	YESO DE 28 Kg	bls		20.0000	28.99	579.80
0244010000	ESTACA DE MADERA TORNILLO TRATADA	p2		60.0000	6.00	360.00
0254020081	PINTURA ESMALTE	gal		0.0200	27.21	0.54
						941.49
Equipos						
0337020045	JALONES	he	2.0000	160.0000	0.79	126.40
0337020046	MIRA TOPOGRAFICA	he	2.0000	160.0000	1.04	166.40
0349190005	NIVEL TOPOGRAFICO	he	1.0000	80.0000	8.22	657.60
0349880003	TEODOLITO	hm	1.0000	80.0000	10.18	814.40
						1,764.80
Partida	01.04 ACCESOS A CANTERAS, BOTADEROS, ZONAS DE PROCESOS Y FUENTES DE AGUA					
Rendimiento	km/DIA	0.5000	EQ. 0.5000	Costo unitario directo por : km		6,967.41
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	4.0000	64.0000	11.01	704.64
0147010021	CAPATAZ "B"	hh	1.0000	16.0000	16.32	261.12
						965.76
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	965.76	48.29
0349030013	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-10	hm	1.0000	16.0000	81.61	1,305.76
0349040034	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	0.5000	8.0000	267.95	2,143.60
0349090000	MOTONVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	16.0000	138.64	2,218.24
						5,715.89
Subpartidas						
009701043317	AGUA PARA LA OBRA	m3		16.0000	17.86	285.76
						285.76
Partida	02.01 DESBROCE Y LIMPIEZA					
Rendimiento	ha/DIA	1.2000	EQ. 1.2000	Costo unitario directo por : ha		3,267.96
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	4.0000	26.6667	11.01	293.60
0147010021	CAPATAZ "B"	hh	0.5000	3.3333	15.32	54.40
						348.00
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	348.00	17.40
0348040036	CAMION VOLQUETE 14 m3	hm	0.5000	3.3333	201.17	670.56
0349040008	CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 yd3	hm	0.5000	3.3333	133.70	445.66
0349040034	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	6.6667	267.95	1,786.34
						2,919.96

Partida	CORTE DE MATERIAL SUELTO					
Rendimiento	m3/DIA	700.0000	EQ. 700.0000	Costo unitario directo por : m3	3.50	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0114	12.15	0.14
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0229	11.01	0.25
0147010021	CAPATAZ "B"	hh	0.2000	0.0023	16.32	0.04
						0.43
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.43	0.02
0349040034	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0114	267.95	3.05
						3.07
Partida	CORTE ROCA FIJA					
Rendimiento	m3/DIA	440.0000	EQ. 440.0000	Costo unitario directo por : m3	27.22	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Subpartidas						
909701020167	PERFORACION Y DISPARO R=320 m3/dia	m3		1.0000	17.50	17.50
909701020168	DESQUINCHE Y PEINADO ROCA FIJA	m3		1.0000	9.72	9.72
						27.22
Partida	CONFORMACION DE TERRAPLENES					
Rendimiento	m3/DIA	550.0000	EQ. 550.0000	Costo unitario directo por : m3	7.77	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.0873	11.01	0.96
0147010021	CAPATAZ "B"	hh	1.0000	0.0145	16.32	0.24
						1.20
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.20	0.04
0349030013	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-110	hm	1.0000	0.0145	81.61	1.18
0349040034	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	0.4000	0.0058	267.95	1.55
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0145	138.64	2.01
						4.78
Subpartidas						
909701043317	AGUA PARA LA OBRA	m3		0.1000	17.86	1.79
						1.79
Partida	SUB-BASE DE MATERIAL GRANULAR					
Rendimiento	m3/DIA	400.0000	EQ. 400.0000	Costo unitario directo por : m3	33.77	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.1200	11.01	1.32
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	1.0000	0.0200	17.88	0.36
						1.68
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.68	0.08
0349030013	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-110	hm	1.0000	0.0200	81.61	1.63
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0200	138.64	2.77
						4.48
Subpartidas						
909701030308	MATERIAL PARA SUB-BASE GRANULAR SUBPARTIDA	m3		1.3000	19.86	25.82
909701043317	AGUA PARA LA OBRA	m3		0.1000	17.86	1.79
						27.61

Partida	03.02 BASE DE MATERIAL GRANULAR					
Rendimiento	m3/DIA	300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : m3		51.44
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.1600	11.01	1.76
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	1.0000	0.0267	17.88	0.48
						2.24
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.24	0.11
0349030013	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-10	hm	1.0000	0.0267	81.61	2.18
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0267	138.64	3.70
						5.99
Subpartidas						
909701030507	MATERIAL PARA BASE GRANULAR SUBPARTIDA	m3		1.3000	31.86	41.42
909701043317	AGUA PARA LA OBRA	m3		0.1000	17.86	1.79
						43.21
Partida	04.01 IMPRIMACION ASFALTICA					
Rendimiento	m2/DIA	5,700.0000	EQ. 5,700.0000	Costo unitario directo por : m2		0.55
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.0084	11.01	0.09
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	1.0000	0.0014	17.88	0.03
						0.12
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.12	0.01
0349020008	COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM	hm	1.0000	0.0014	77.06	0.11
0349050003	BARREDORA MECANICA 10-20 HP 7 p LONGITUD	hm	1.0000	0.0014	45.18	0.06
0349080092	TRACTOR DE TIRO DE 80 HP	hm	1.0000	0.0014	59.68	0.08
0349130004	CAMION IMPRIMIDOR 6 X 2 178 - 210 HP 1,800 gal	hm	1.0000	0.0014	119.32	0.17
						0.43
Partida	04.02 RIEGO DE LIGA					
Rendimiento	m2/DIA	3,000.0000	EQ. 3,000.0000	Costo unitario directo por : m2		0.78
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0107	11.01	0.12
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	1.0000	0.0027	17.88	0.05
						0.17
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.17	0.01
0349050003	BARREDORA MECANICA 10-20 HP 7 p LONGITUD	hm	1.0000	0.0027	45.18	0.12
0349080092	TRACTOR DE TIRO DE 80 HP	hm	1.0000	0.0027	59.68	0.16
0349130004	CAMION IMPRIMIDOR 6 X 2 178 - 210 HP 1,800 gal	hm	1.0000	0.0027	119.32	0.32
						0.61

Partida	04.03 TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA					
Rendimiento	m2/DIA	3,500.0000	EQ. 3,500.0000	Costo unitario directo por : m2		199
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	3.0000	0.0069	12.15	0.08
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0091	11.01	0.10
0147010031	CAPATAZ "A"	hh	1.0000	0.0023	17.88	0.04
						0.22
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.22	0.01
0349030013	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70-10	hm	1.0000	0.0023	81.61	0.19
0349030025	RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 81-100HP	hm	1.0000	0.0023	93.70	0.22
0349050030	ESPARCIDORA DE AGREGADOS	hm	1.0000	0.0023	121.65	0.28
						0.70
Subpartidas						
909701031006	GRAVILLA PARA TSB (SUBPARTIDA)	m3		0.0250	42.86	1.07
						1.07
Partida	04.04 EMULSION ASFALTICA DE ROTURA RAPIDA					
Rendimiento	L/DIA		EQ.	Costo unitario directo por : L		168
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0213000023	EMULSION ASFALTICA ROTURA RAPIDA	L		1.0000	1.68	1.68
						1.68
Partida	04.05 ASFALTO DILUIDO MC-30					
Rendimiento	L/DIA		EQ.	Costo unitario directo por : L		165
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
0213000022	ASFALTO DILUIDO MC-70 O MC-30	L		1.0000	1.65	1.65
						1.65
Partida	06.01 TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA D<=1KM					
Rendimiento	m3-km/DIA	456.0000	EQ. 456.0000	Costo unitario directo por : m3-km		4.55
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0175	12.15	0.21
						0.21
Equipos						
0348040036	CAMION VOLQUETE 14 m3	hm	1.0000	0.0175	201.17	3.52
0349040008	CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 yd3	hm	0.3500	0.0061	133.70	0.82
						4.34
Partida	06.02 TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA D>1KM					
Rendimiento	m3-km/DIA	1,357.0000	EQ. 1,357.0000	Costo unitario directo por : m3-km		1.19
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Equipos						
0348040036	CAMION VOLQUETE 14 m3	hm	1.0000	0.0059	201.17	1.19
						1.19

Partida	TRANSPORTE DE MATERIAL GRAVILLA TSB PARA D<=1KM					
Rendimiento	m3-km/DIA	229.0000	EQ. 229.0000	Costo unitario directo por : m3-km	9.07	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0349	12.15	0.42
						0.42
Equipos						
0348040036	CAMION VOLQUETE 14 m3	hm	1.0000	0.0349	201.17	7.02
0349040008	CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 yd3	hm	0.3500	0.0122	133.70	1.63
						8.65
Partida	TRANSPORTE DE MATERIAL GRAVILLA TSB PARA D>1KM					
Rendimiento	m3-km/DIA	1,480.0000	EQ. 1,480.0000	to unitario directo por : m3-km	109	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Equipos						
0348040036	CAMION VOLQUETE 14 m3	hm	1.0000	0.0054	201.17	1.09
						1.09
Partida	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE A DME PARA D<=1KM					
Rendimiento	m3-km/DIA	438.0000	EQ. 438.0000	to unitario directo por : m3-km	4.76	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0183	12.15	0.22
						0.22
Equipos						
0348040036	CAMION VOLQUETE 14 m3	hm	1.0000	0.0183	201.17	3.68
0349040008	CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-115 HP 2-2.25 yd3	hm	0.3500	0.0064	133.70	0.86
						4.54
Partida	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE A DME D>1KM					
Rendimiento	m3-km/DIA	1,303.0000	EQ. 1,303.0000	to unitario directo por : m3-km	1.23	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Equipos						
0348040036	CAMION VOLQUETE 14 m3	hm	1.0000	0.0061	201.17	1.23
						1.23

j. Presupuesto de Obra

Presupuesto	AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA ALLIS KM.166+500 AL 166+800		
Subpresupuesto	DISEÑO DE PAVIMENTOS Y ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES		
Cliente	Ministerio de Transportes y Comunicaciones	Costo al	04/05/2009
Lugar	CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO		

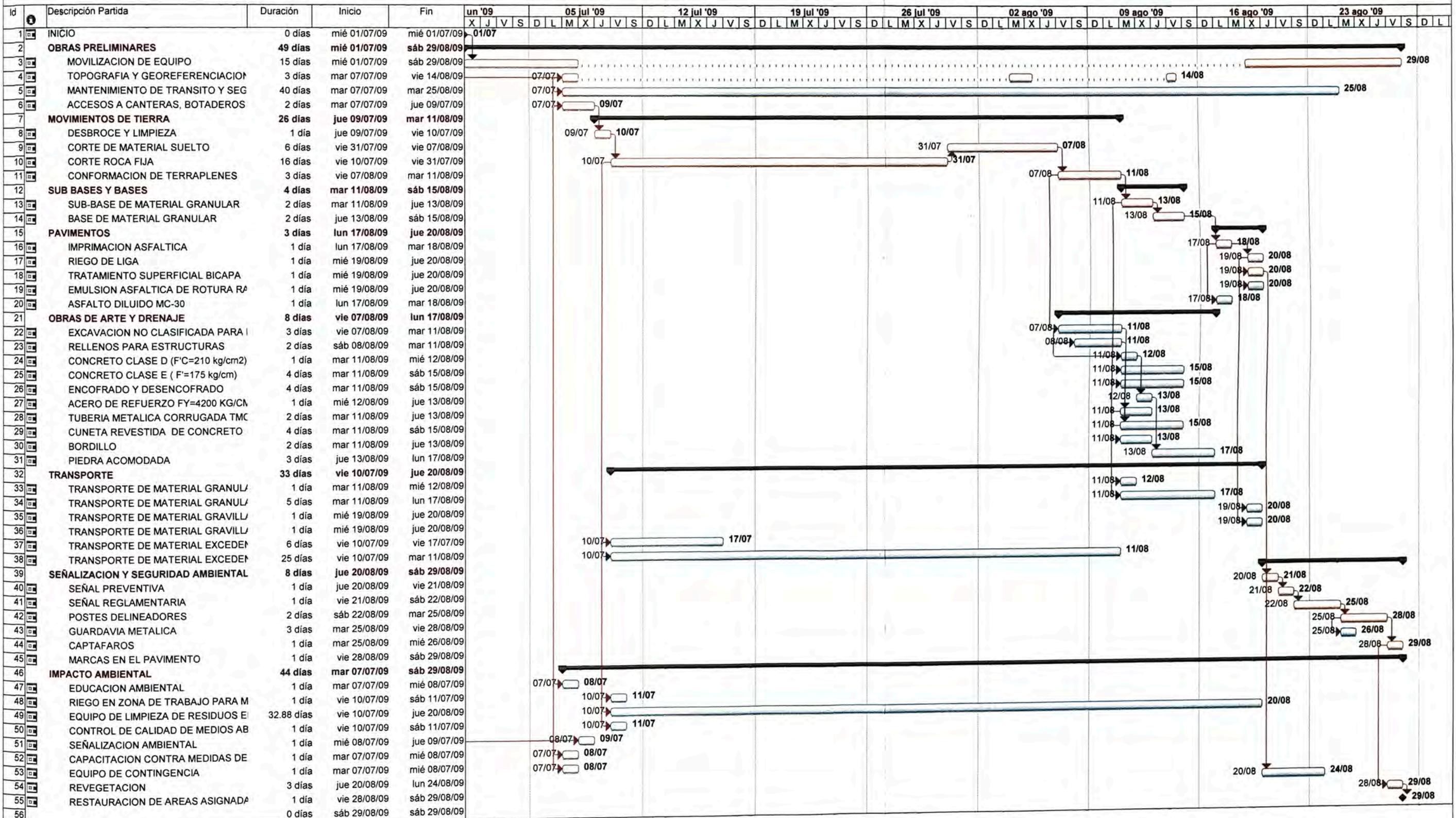
Item	Descripción	Und.	Cantidad	Parcial \$/.	Total \$/.
01	OBRAS PRELIMINARES				7,944.89
0102	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	km	0.30	9,296.69	2,789.01
0104	ACCESOS A CANTERAS, BOTADEROS, ZONAS DE PROCESOS Y FUENTES DE AGUA	km	0.74	6,967.41	5,658.88
02	MOVIMIENTOS DE TIERRA				210,147.66
02.01	DESBROCE Y LIMPIEZA	ha	100	3,267.96	3,267.96
02.02	CORTE DE MATERIAL SUELTO	m3	4,172.00	3.50	14,602.00
02.03	CORTE ROCA FUA	m3	6,729.00	27.22	183,633.38
02.04	CONFORMACION DE TERRAPLENES	m3	1,173.00	7.77	9,111.21
03	SUB BASES Y BASES				40,261.73
03.01	SUB-BASE DE MATERIAL GRANULAR	m3	472.50	33.77	15,956.33
03.02	BASE DE MATERIAL GRANULAR	m3	472.50	51.44	24,305.40
04	PAVIMENTOS				26,912.10
04.01	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	2,700.00	0.55	1,485.00
04.02	RIEGO DE LIGA	m2	2,700.00	0.78	2,106.00
04.03	TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA	m2	2,700.00	1.99	5,373.00
04.04	EMULSION ASFALTICA DE ROTURA RAPIDA	L	8,175.00	1.68	13,734.00
04.05	ASFALTO DILUIDO MC-30	L	2,554.00	1.65	4,214.10
06	TRANSPORTE				247,631.82
06.01	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA D<=1KM	m3-km	945.00	4.55	4,299.75
06.02	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA D>1KM	m3-km	27,546.00	1.19	32,779.74
06.03	TRANSPORTE DE MATERIAL GRAVILLA TSB PARA D<=1KM	m3-km	55.14	9.07	500.12
06.04	TRANSPORTE DE MATERIAL GRAVILLA TSB PARA D>1KM	m3-km	3,686.00	1.09	4,017.74
06.05	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE A DME PARA D<=1KM	m3-km	9,727.00	4.76	46,300.52
06.06	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE A DME D>1KM	m3-km	129,865.00	1.23	159,733.95

COSTO DIRECTO	\$/.	532,698.09
GASTOS GENERALES (19.37%)	\$/.	103,222.36
UTILIDAD (10.0%)	\$/.	53,289.81
COSTO PARCIAL	\$/.	689,410.26
I.G.V. (19%)	\$/.	130,987.95
COSTO TOTAL	\$/.	820,398.21

k. Cronograma General de Obra

DIAGRAMA GANTT
km.166+500 AL km.166+500

OBRA: AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS-HUANCAYO DEL



Proyecto: Cronograma
Fecha: lun 29/08/09

Tarea		Hito		Tarea crítica resumida		División		Agrupar por sintTarea	
Tarea crítica		Resumen		Hito resumido		Tareas externas		Tarea crítica	
Progreso		Tarea resumida		Progreso resumido		Resumen del proyecto			

ANEXO 02:
ESTUDIO DE SUELOS

2.1 RESULTADOS DE ANALISIS DE LABORATORIO



ROMA S. AC. LABORATORIO GEOTECNICO

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216

PROYECTO : Ampliación y Mejoramiento de la Carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del Km 166+500 al Km 166+800
SOLICITANTE : Titulación Profesional por Actualización de Conocimientos-Grupo E
UBICACION : Cañete-Yauyos-Ais
HECHO POR : J.D.M. FECHA: 10 de mayo de 2009

MUESTRAS

CALICATA		C-1	C-1			
MUESTRA N°		M-1	M-2			
PROFUNDIDAD (m)		0.00 - 0.40	0.40 - 1.10			
FRASCO No		60	61			
1. Peso recipiente - suelo húmedo	grs	149.500	152.150			
2. Peso recipiente - suelo seco	grs	148.470	147.190			
3. Peso de agua	(1)-(2) grs	1.130	4.960			
4. Peso de recipiente	grs	16.132	16.075			
5. Peso de suelo seco	(2)-(4) grs	132.34	131.12			
6. Contenido de humedad	(3)/(5)*100 %	7.20	5.80			

MUESTRAS

CALICATA						
MUESTRA N°						
PROFUNDIDAD (m)						
FRASCO No						
1. Peso recipiente - suelo húmedo	grs					
2. Peso recipiente - suelo seco	grs					
3. Peso de agua	(1)-(2) grs					
4. Peso de recipiente	grs					
5. Peso de suelo seco	(2)-(4) grs					
6. Contenido de humedad	(3)/(5)*100 %					



ROMA SAC - LABORATORIO GEOTECNICO

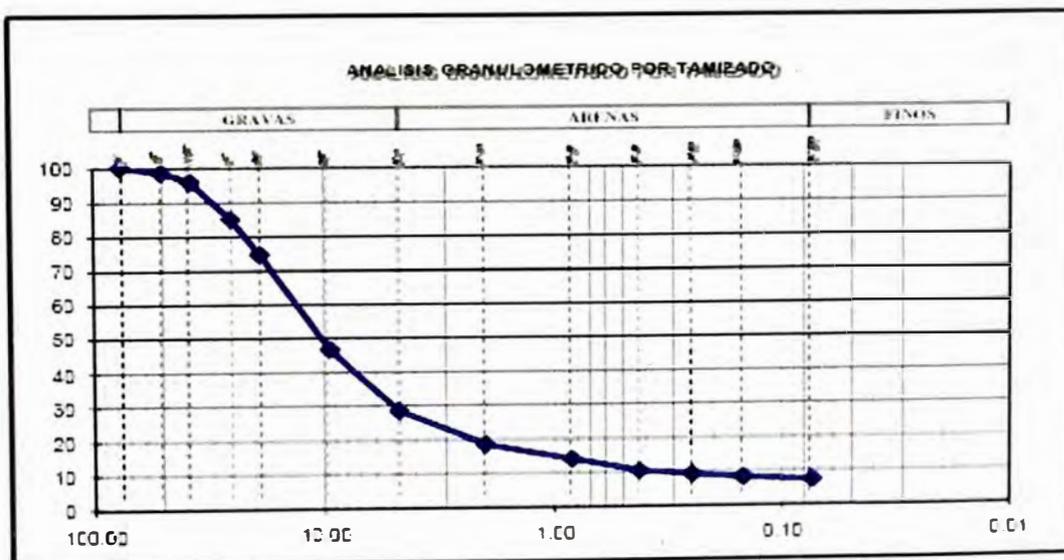
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 ASTM D-422

PROYECTO : Ampliación y Mejoramiento de la Carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del km 166+500 al km 166+800
 SOLICITADO : Titulación Profesional por Actualización de Conocimientos-Grupo 5
 UBICACIÓN : Cañete-Yauyos-Ais
 CALICATA : C-1 MUESTRA: M-1 PROFUNDIDAD : 0.30 - C-40
 FECHA : 10.05.09
 TECNICO : J.D.M.

HUMEDAD NATURAL DE LA MUESTRA (%) :
 PESO DE LA MUESTRA SECA (g) : 18154.03
 PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA (g) : 16851.65
 PESOS DE FINOS LAVADOS (g) : 1322.45
 FINOS TOTALES : 6192.01
 FINOS TOMADOS : 2401.01
 GP-GM A-1a(0)

TAMICES ASTM	DESCRIPCIÓN ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (G.)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO (%)	PASAJA (%)
3"	75.000				100.00
2"	50.800	274.10	1.51	1.51	98.49
1 1/2"	35.000	465.68	2.56	4.07	95.93
1"	25.000	1020.27	5.62	9.69	90.31
3/4"	18.000	1685.60	9.28	18.97	81.03
3/8"	9.500	5063.73	27.89	46.86	53.14
N° 4	4.750	3319.42	18.28	65.14	34.86
N° 10	2.000	1803.75	9.93	75.07	24.93
N° 20	0.850	812.12	4.47	79.54	20.46
N° 40	0.425	662.56	3.65	83.19	16.81
N° 60	0.250	210.28	1.16	84.35	15.65
N° 100	0.149	128.21	0.71	85.06	14.94
N° 200	0.075	166.14	0.92	85.98	14.02
Fino	-	6.05	0.33	86.31	13.69

D60	14.039	Gravas	71.45	Gruesa	25.35
D30	5.135			Fina	26.10
D10	0.363	Arenas	21.25	Gruesa	9.92
Cu	38.623			Meda	8.22
Cc	5.174	Finos	7.31	Fina	3.11



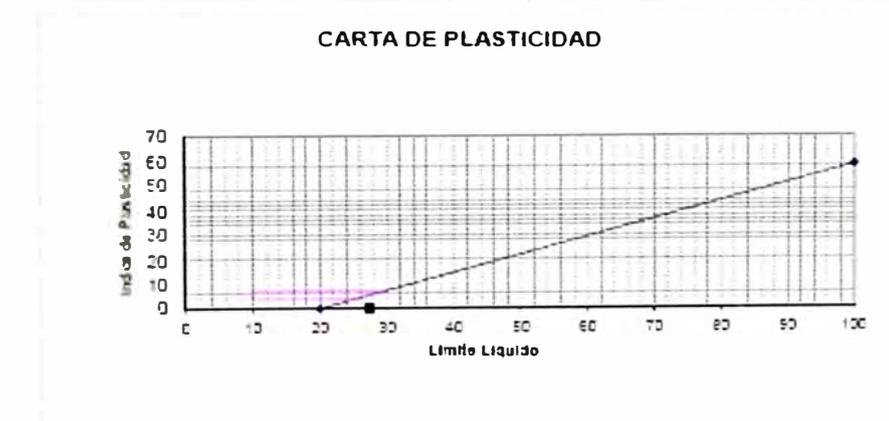


ROMATA S.A.C. - LABORATORIO GEOTECNICO

**LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO
ASTM D-4318**

SOLICITANTE	Ampliación y Mejoramiento de la Carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del km 166+500 al km 166+800	FECHA	10/05/2011
PROYECTO	Taludes Provisionales por Actualización de Concreto en Cañete-Cajayal	OPERADOR	J.D.M
LOCALIZACION	Cañete-Yauyos-As		
CALICATA	C-1	MUESTRA	6-1
		PROP.	4.00-0.40

ENSAÑO No	LIMITE PLASTICO		LIMITE LIQUIDO	
	1	2	3	4
CAPSULA N	68	89	50	
NUMERO DE GOLPES	15	24	33	
1 PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO	22.683	22.192	23.076	
2 PESO CAPSULA + SUELO SECO	21.156	20.668	21.947	
3 PESO CAPSULA	15.174	16.614	17.657	
4 PESO AGUA (1-2)	1.43	1.19	1.14	
5 PESO SUELO SECO (2-3)	4.68	4.36	4.25	
6 CONTENIDO DE HUMEDAD (4/5*100)	29.64	27.74	26.68	
	LP =	NP	LL =	HP



DESCRIPCION DEL MATERIAL FINO: **ML**



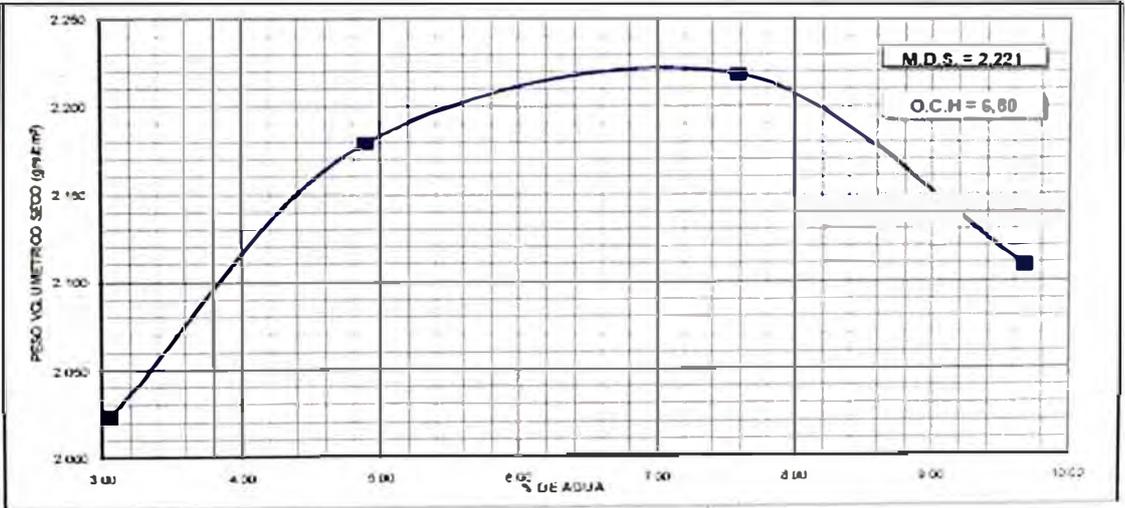
ROMAIA SAC - LABORATORIO GEOTECNICO

**ENSAYO DE COMPACTACION
 PROCTOR MODIFICADO
 ASTM D-1557**

PROYECTO : Ampliación y Mejoramiento de la Carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del km 165+00 al km 166+00
SOLICITADO: Titulación Profesional por Actualización de Carreristas-Grupo 5
UBICACIÓN : Cañete-Yauyos-Ajla
FECHA : 10 de mayo de 2009

CALICATA: C-1 **PROGRESIVA :** 166+680
MUESTRA : M-1 **PROF. (m.):** 0,03 - 0,40

MOLDE N° :	6" (A)	
METODO DE COMPACTACION :	C	VOLUMEN 2115.8 cc
Peso suelo + Molde	7980	8362
Peso Molde	3548	3543
Peso suelo húmedo compactado	4412	4835
Peso volumétrico húmedo	2085	2286
Recipiente N°	62	66
Peso suelo húmedo + Tara	155.02	175.17
Peso suelo seco + Tara	154.57	170.42
Tara	16.71	17.50
Peso de arena	4.45	4.75
Peso de suelo seco	147.65	152.92
Contenido de agua	3.61	3.11
Humedad promedio	3.05	4.90
Peso volumétrico seco	2023	2173



OBSERVACIONES :



ROMAIA SAC - LABORATORIO GEOTECNICO

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 ASTM D-422**

PROYECTO : Ampliación y Mejoramiento de la Carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del km 166+500 al km 166+800
 SOLICITADO : Tránsito Profesional por Actualización de Conocimientos-Grupo E FECHA : 10.05.05
 UBICACIÓN : Cañete-Yauyos-Ato TECNICO : J.D.M

CALICATA : C-1 MUESTRA: M-2 PROFUNDIDAD : 0.40 - 1.10

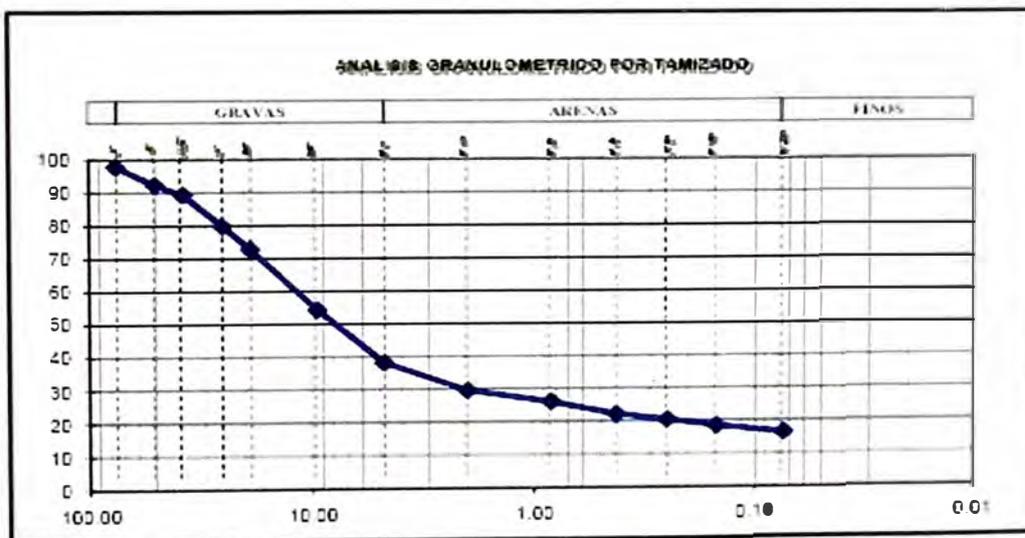
HUMEDAD NATURAL DE LA MUESTRA (%) : 15.34
 PESO DE LA MUESTRA SECA (gr) : 12985.28
 PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA (gr) : 2549.30
 PESOS DE FINOS LAVADOS (gr) : 2549.30
 FINOS TOTALES : 27.23
 FINOS TOTALES : 21.61
 GC A-2-6(0)

TAMICES ASTM	DESCRIPCION ABERTURA (m.m.)	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO	
				RETENIDO (%)	PASADA (%)
3"	75.200	352.70	2.27	2.27	97.73
2"	50.800	667.51	5.55	7.95	92.05
1 1/2"	33.100	447.64	2.58	10.74	89.26
1"	25.400	1458.18	5.45	20.19	79.81
3/4"	19.050	1283.57	7.24	27.23	72.77
3/8"	9.525	2956.66	19.45	46.65	53.35
N° 4	4.750	2625.48	16.13	61.91	38.09
N° 10	2.000	1320.74	8.50	70.31	29.69
N° 20	0.840	662.02	3.50	73.81	26.19
N° 40	0.425	594.65	3.53	77.74	22.26
N° 60	0.250	277.30	1.75	79.49	20.51
N° 100	0.149	287.42	1.91	81.44	18.56
N° 200	0.074	322.19	2.37	83.82	16.18
Fines	-	11.05	0.37	83.89	16.11

D50	12.457
D20	2.161
D10	-
CL	-
CC	-

Gravas	61.91
Arenas	21.71
Finos	15.35

Gruesa	27.23
Fina	24.58
Gruesa	6.50
Media	7.43
Fina	5.77





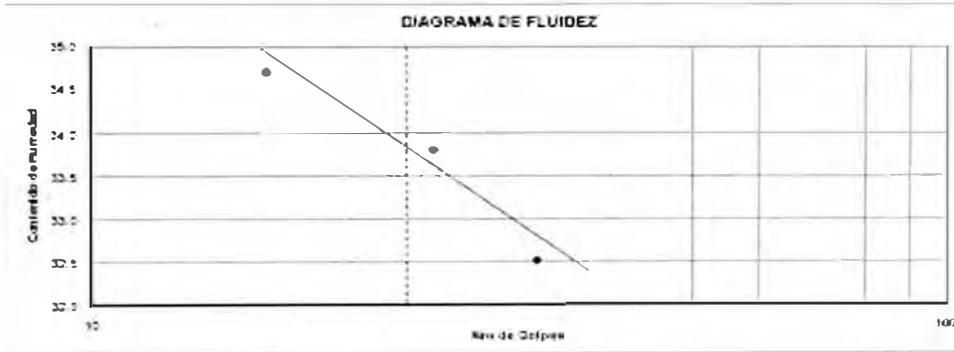
ROMA S.A.C - LABORATORIO GEOTECNICO

**LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO
 ASTM D.4319**

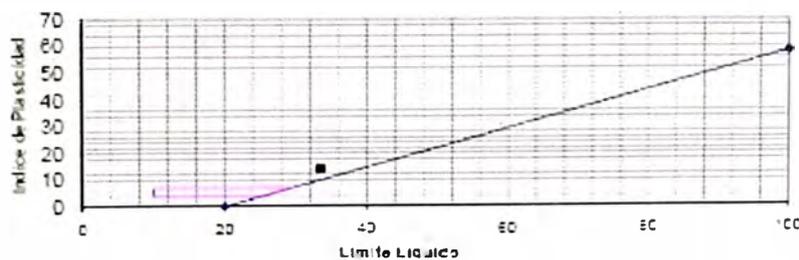
SOLICITANTE	Ampliación y Mejoramiento de la Carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del km 166+500 al km 166+800	FECHA	
PROYECTO	Tratamiento Plástico para Actualización de Carreteras en Oruga 2	OPER. ACOR	J.D.M
LOCALIZACION	Cañete-Yauyos-Asi		
CALICATA	C-1	MUESTRA	M-2
		PROF.	0.45 - 1.10

ENSAYO N°	LIMITE PLASTICO			LIMITE LIQUIDO		
	1	2	3	1	2	3
CAPSULA N°	81	82	85	86	87	
NÚMERO DE GOLPES	25	26	28	25	23	
1 PESO CAPSULA - SUELO HÚMEDO	22.945	21.541	23.434	21.554	17.897	
2 PESO CAPSULA - SUELO SECO	21.750	20.748	21.815	20.278	16.722	
3 PESO CAPSULA	15.200	16.388	17.155	16.416	13.108	
4 PESO AGUA (1-2)	1.10	0.89	1.62	1.31	1.18	
5 PESO SUELO SECO (2-3)	5.65	4.65	4.66	3.65	3.61	
6 CONTENIDO DE HUMEDAD (4-5*100)	19.78	19.15	34.71	33.81	32.82	
	LP. =	18.46		LL. =	33.83	

I.P. = 14.14



CARTA DE PLASTICIDAD



DESCRIPCION DEL MATERIAL FINO: CL

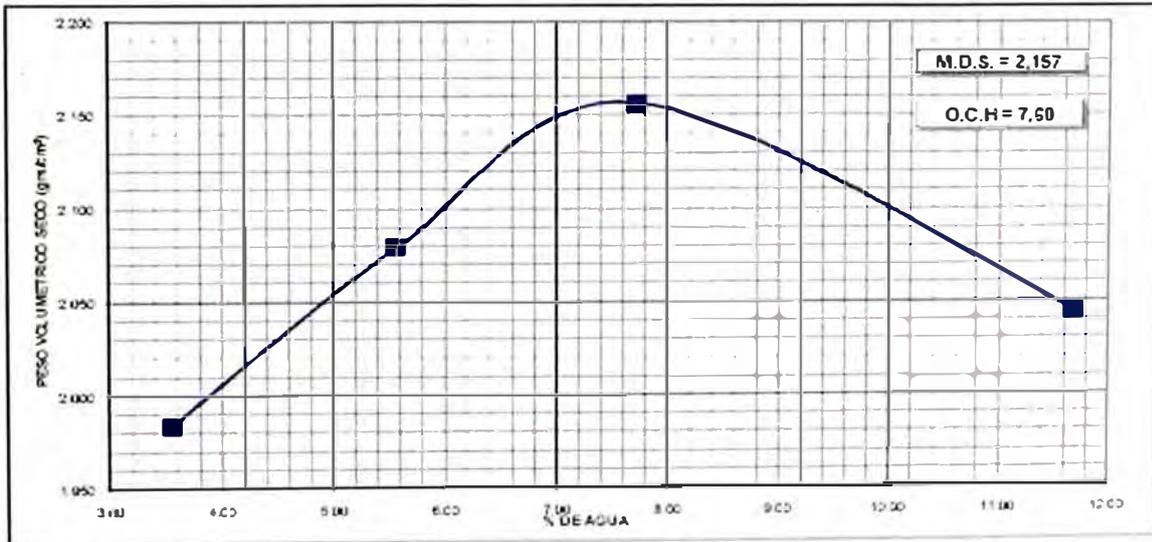


ROMA S.A. - LABORATORIO GEOTECNICO

**ENSAYO DE COMPACTACION
 PROCTOR MODIFICADO
 ASTM D-1557**

PROYECTO :	Ampliación y Mejoramiento de la Carretera Cañete-Yauyos-Huancayo de km 166+500 al km 166+800		
SOLICITADO:	Título en Profesional por Actualización de Competencias-Grupo 5		
UBICACIÓN :	Cañete-Yauyos-Ato		
FECHA :	10 de mayo de 2009		
CALICATA:	C-1	PROGRESIVA :	166+680
MUESTRA :	M-2	PROF. (mL.) :	0,40 - 1,10

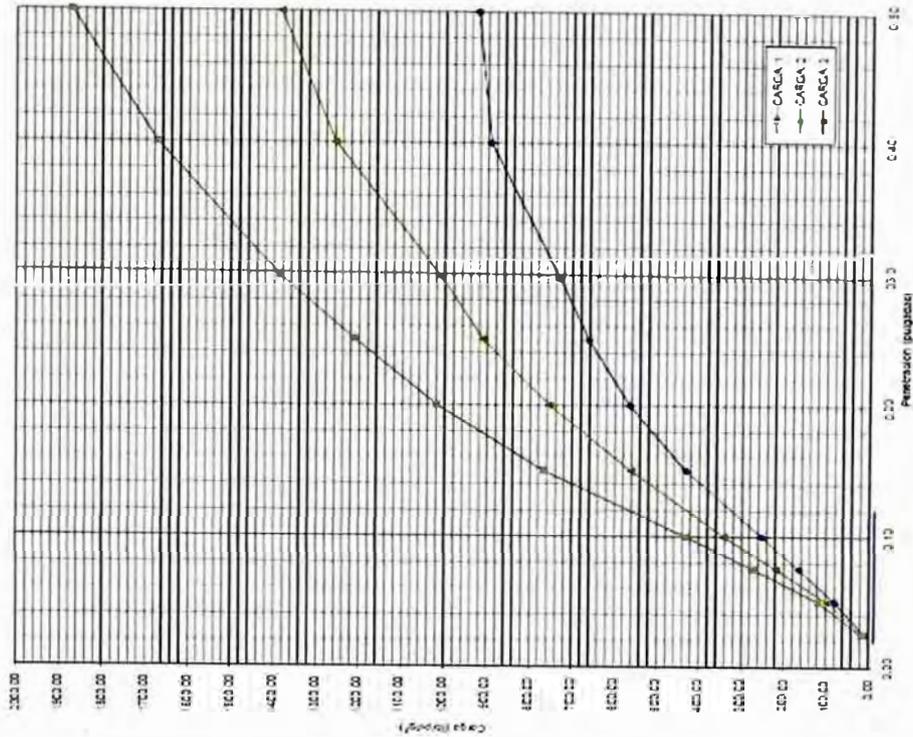
MOLDE N° :	6" (B)	
METODO DE COMPACTACION	C	VOLUMEN 2115.6 cc
Peso suelo + Molde	6256	6563
Peso Molde	3920	3920
Peso suelo húmedo compactado	4346	4643
Peso volumétrico húmedo	2 054	2 154
Recipiente N°	77	78
Peso suelo húmedo + Tara	155.43	172.31
Peso suelo seco + Tara	150.35	167.57
Tara	15.99	17.50
Peso de agua	5.16	5.24
Peso de suelo seco	143.34	150.07
Contenido de agua	3.60	3.49
Humedad promedio	3.55	3.55
Peso volumétrico seco	1 984	2 079



OBSERVACIONES :

ROMA SAC - LABORATORIO GEOTECNICO

GRAFICA CALIFORNIA BEARING RATIO



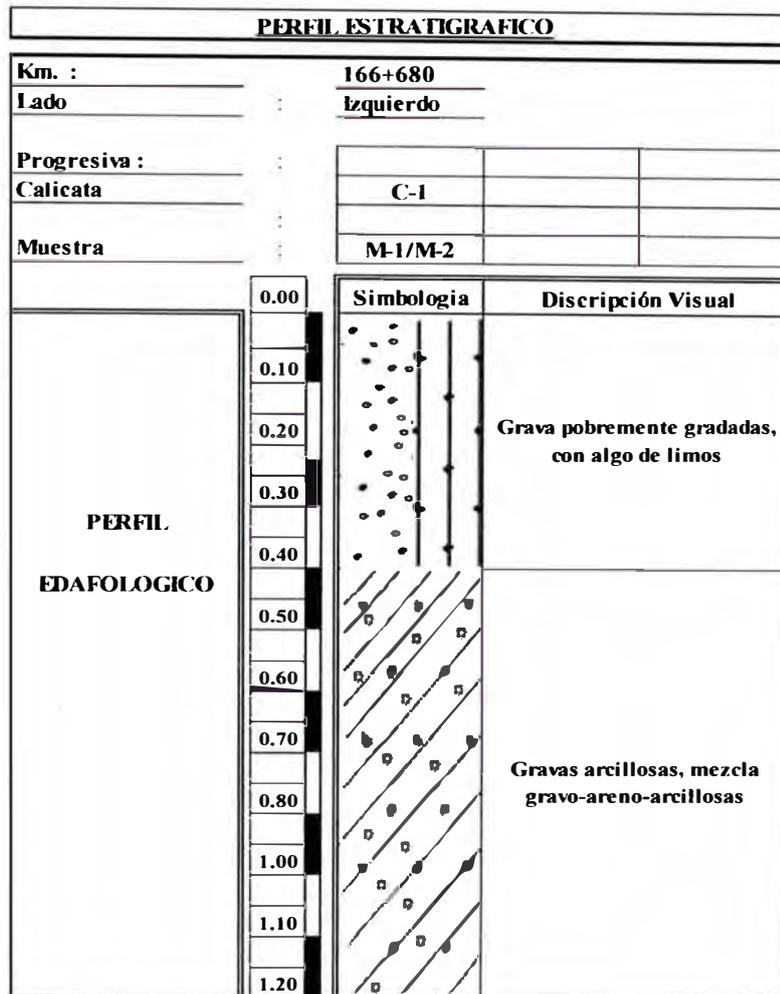
PROYECTO: Ampliación y Mejoramiento de la Carretera Cañete - Yauyos - Huancayo del km 166+500 al km 166+800
 CALCATA: 186+800, 14.65% M.C.
 PROFESIONISTA: 186+800, 14.65% M.C.
 PREPAREDADO: 040-110

ENSAYO DE COMPACTACION Y VALOR RELATIVO DE C.B.R.

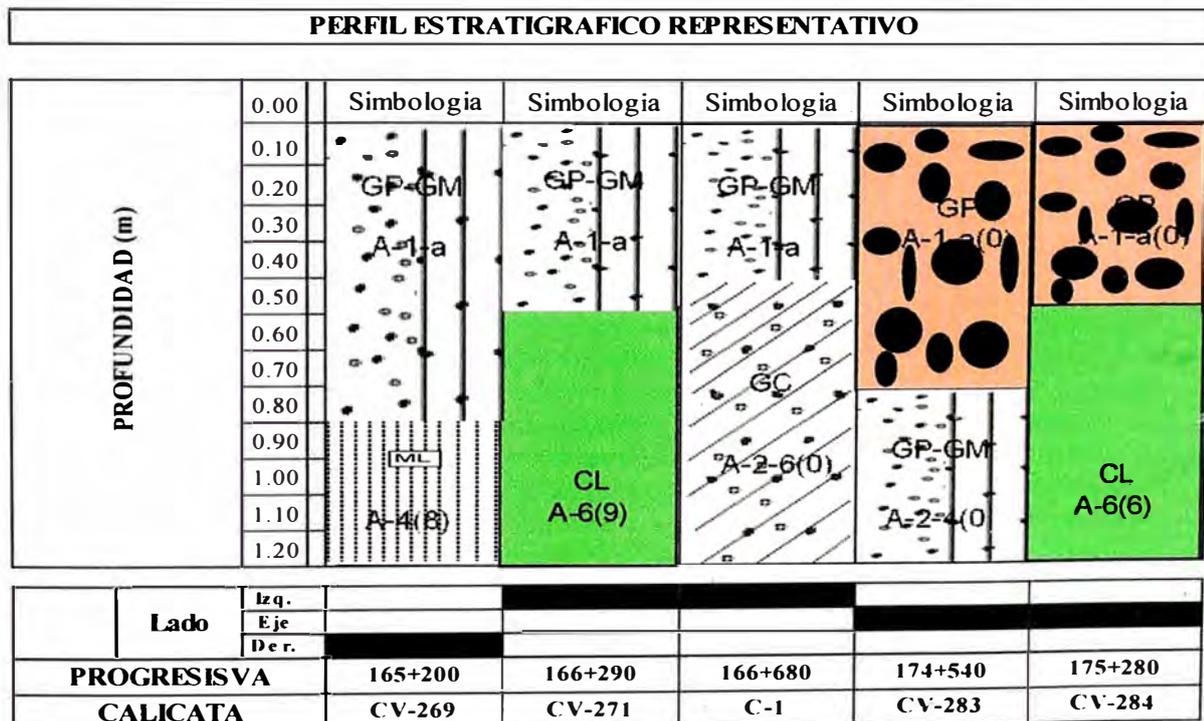
COMPACTACION - C.B.R.

NÚMERO DE CORRIENTES		ASTM D-1586	
COLUNNAS	PROCESO	2.17-16	2.282-74
Nº CORRIENTES	11	24	55
PROCESO	11	12	13
PROCESO	3.02	3.02	3.02
PROCESO	4.15	4.15	4.15
PROCESO	5.28	5.28	5.28
PROCESO	6.41	6.41	6.41
PROCESO	7.54	7.54	7.54
PROCESO	8.67	8.67	8.67
PROCESO	9.80	9.80	9.80
PROCESO	10.93	10.93	10.93
PROCESO	12.06	12.06	12.06
PROCESO	13.19	13.19	13.19
PROCESO	14.32	14.32	14.32
PROCESO	15.45	15.45	15.45
PROCESO	16.58	16.58	16.58
PROCESO	17.71	17.71	17.71
PROCESO	18.84	18.84	18.84
PROCESO	19.97	19.97	19.97
PROCESO	21.10	21.10	21.10
PROCESO	22.23	22.23	22.23
PROCESO	23.36	23.36	23.36
PROCESO	24.49	24.49	24.49
PROCESO	25.62	25.62	25.62
PROCESO	26.75	26.75	26.75
PROCESO	27.88	27.88	27.88
PROCESO	29.01	29.01	29.01
PROCESO	30.14	30.14	30.14
PROCESO	31.27	31.27	31.27
PROCESO	32.40	32.40	32.40
PROCESO	33.53	33.53	33.53
PROCESO	34.66	34.66	34.66
PROCESO	35.79	35.79	35.79
PROCESO	36.92	36.92	36.92
PROCESO	38.05	38.05	38.05
PROCESO	39.18	39.18	39.18
PROCESO	40.31	40.31	40.31
PROCESO	41.44	41.44	41.44
PROCESO	42.57	42.57	42.57
PROCESO	43.70	43.70	43.70
PROCESO	44.83	44.83	44.83
PROCESO	45.96	45.96	45.96
PROCESO	47.09	47.09	47.09
PROCESO	48.22	48.22	48.22
PROCESO	49.35	49.35	49.35
PROCESO	50.48	50.48	50.48
PROCESO	51.61	51.61	51.61
PROCESO	52.74	52.74	52.74
PROCESO	53.87	53.87	53.87
PROCESO	55.00	55.00	55.00
PROCESO	56.13	56.13	56.13
PROCESO	57.26	57.26	57.26
PROCESO	58.39	58.39	58.39
PROCESO	59.52	59.52	59.52
PROCESO	60.65	60.65	60.65
PROCESO	61.78	61.78	61.78
PROCESO	62.91	62.91	62.91
PROCESO	64.04	64.04	64.04
PROCESO	65.17	65.17	65.17
PROCESO	66.30	66.30	66.30
PROCESO	67.43	67.43	67.43
PROCESO	68.56	68.56	68.56
PROCESO	69.69	69.69	69.69
PROCESO	70.82	70.82	70.82
PROCESO	71.95	71.95	71.95
PROCESO	73.08	73.08	73.08
PROCESO	74.21	74.21	74.21
PROCESO	75.34	75.34	75.34
PROCESO	76.47	76.47	76.47
PROCESO	77.60	77.60	77.60
PROCESO	78.73	78.73	78.73
PROCESO	79.86	79.86	79.86
PROCESO	80.99	80.99	80.99
PROCESO	82.12	82.12	82.12
PROCESO	83.25	83.25	83.25
PROCESO	84.38	84.38	84.38
PROCESO	85.51	85.51	85.51
PROCESO	86.64	86.64	86.64
PROCESO	87.77	87.77	87.77
PROCESO	88.90	88.90	88.90
PROCESO	90.03	90.03	90.03
PROCESO	91.16	91.16	91.16
PROCESO	92.29	92.29	92.29
PROCESO	93.42	93.42	93.42
PROCESO	94.55	94.55	94.55
PROCESO	95.68	95.68	95.68
PROCESO	96.81	96.81	96.81
PROCESO	97.94	97.94	97.94
PROCESO	99.07	99.07	99.07
PROCESO	100.20	100.20	100.20
PROCESO	101.33	101.33	101.33
PROCESO	102.46	102.46	102.46
PROCESO	103.59	103.59	103.59
PROCESO	104.72	104.72	104.72
PROCESO	105.85	105.85	105.85
PROCESO	106.98	106.98	106.98
PROCESO	108.11	108.11	108.11
PROCESO	109.24	109.24	109.24
PROCESO	110.37	110.37	110.37
PROCESO	111.50	111.50	111.50
PROCESO	112.63	112.63	112.63
PROCESO	113.76	113.76	113.76
PROCESO	114.89	114.89	114.89
PROCESO	116.02	116.02	116.02
PROCESO	117.15	117.15	117.15
PROCESO	118.28	118.28	118.28
PROCESO	119.41	119.41	119.41
PROCESO	120.54	120.54	120.54
PROCESO	121.67	121.67	121.67
PROCESO	122.80	122.80	122.80
PROCESO	123.93	123.93	123.93
PROCESO	125.06	125.06	125.06
PROCESO	126.19	126.19	126.19
PROCESO	127.32	127.32	127.32
PROCESO	128.45	128.45	128.45
PROCESO	129.58	129.58	129.58
PROCESO	130.71	130.71	130.71
PROCESO	131.84	131.84	131.84
PROCESO	132.97	132.97	132.97
PROCESO	134.10	134.10	134.10
PROCESO	135.23	135.23	135.23
PROCESO	136.36	136.36	136.36
PROCESO	137.49	137.49	137.49
PROCESO	138.62	138.62	138.62
PROCESO	139.75	139.75	139.75
PROCESO	140.88	140.88	140.88
PROCESO	142.01	142.01	142.01
PROCESO	143.14	143.14	143.14
PROCESO	144.27	144.27	144.27
PROCESO	145.40	145.40	145.40
PROCESO	146.53	146.53	146.53
PROCESO	147.66	147.66	147.66
PROCESO	148.79	148.79	148.79
PROCESO	149.92	149.92	149.92
PROCESO	151.05	151.05	151.05
PROCESO	152.18	152.18	152.18
PROCESO	153.31	153.31	153.31
PROCESO	154.44	154.44	154.44
PROCESO	155.57	155.57	155.57
PROCESO	156.70	156.70	156.70
PROCESO	157.83	157.83	157.83
PROCESO	158.96	158.96	158.96
PROCESO	160.09	160.09	160.09
PROCESO	161.22	161.22	161.22
PROCESO	162.35	162.35	162.35
PROCESO	163.48	163.48	163.48
PROCESO	164.61	164.61	164.61
PROCESO	165.74	165.74	165.74
PROCESO	166.87	166.87	166.87
PROCESO	168.00	168.00	168.00
PROCESO	169.13	169.13	169.13
PROCESO	170.26	170.26	170.26
PROCESO	171.39	171.39	171.39
PROCESO	172.52	172.52	172.52
PROCESO	173.65	173.65	173.65
PROCESO	174.78	174.78	174.78
PROCESO	175.91	175.91	175.91
PROCESO	177.04	177.04	177.04
PROCESO	178.17	178.17	178.17
PROCESO	179.30	179.30	179.30
PROCESO	180.43	180.43	180.43
PROCESO	181.56	181.56	181.56
PROCESO	182.69	182.69	182.69
PROCESO	183.82	183.82	183.82
PROCESO	184.95	184.95	184.95
PROCESO	186.08	186.08	186.08
PROCESO	187.21	187.21	187.21
PROCESO	188.34	188.34	188.34
PROCESO	189.47	189.47	189.47
PROCESO	190.60	190.60	190.60
PROCESO	191.73	191.73	191.73
PROCESO	192.86	192.86	192.86
PROCESO	193.99	193.99	193.99
PROCESO	195.12	195.12	195.12
PROCESO	196.25	196.25	196.25
PROCESO	197.38	197.38	197.38
PROCESO	198.51	198.51	198.51
PROCESO	199.64	199.64	199.64
PROCESO	200.77	200.77	200.77
PROCESO	201.90	201.90	201.90
PROCESO	203.03	203.03	203.03
PROCESO	204.16	204.16	204.16
PROCESO	205.29	205.29	205.29
PROCESO	206.42	206.42	206.42
PROCESO	207.55	207.55	207.55
PROCESO	208.68	208.68	208.68
PROCESO	209.81	209.81	209.81
PROCESO	210.94	210.94	210.94
PROCESO	212.07	212.07	212.07
PROCESO	213.20	213.20	213.20
PROCESO	214.33	214.33	214.33
PROCESO	215.46	215.46	215.46
PROCESO	216.59	216.59	216.59
PROCESO	217.72	217.72	217.72
PROCESO	218.85	218.85	218.85
PROCESO	219.98	219.98	219.98
PROCESO	221.11	221.11	221.11
PROCESO	222.24	222.24	222.24
PROCESO	223.37	223.37	223.37
PROCESO	224.50	224.50	224.50
PROCESO	225.63	225.63	225.63
PROCESO	226.76	226.76	226.76
PROCESO	227.89	227.89	227.89
PROCESO	229.02	229.02	229.02
PROCESO	230.15	230.15	230.15
PROCESO	231.28	231.28	231.28
PROCESO	232.41	232.41	232.41
PROCESO	233.54	233.54	233.54
PROCESO	234.67	234.67	234.67
PROCESO	235.80	235.80	235.80
PROCESO	236.93	236.93	236.93
PROCESO	238.06	238.06	238.06
PROCESO	239.19	239.19	239.19
PROCESO	240.32	240.32	240.32
PROCESO	241.45	241.45	241.45
PROCESO	242.58	242.58	242.58
PROCESO	243.71	243.71	243.71
PROCESO	244.84	244.84	244.84
PROCESO	245.97	245.97	245.97
PROCESO	247.10	247.10	247.10
PROCESO	248.23	248.23	248.23
PROCESO	249.36	249.36	249.36
PROCESO	250.49	250.49	250.49
PROCESO	251.62	251.62	251.62
PROCESO	252.75	252.75	252.75
PROCESO	253.88	253.88	253.88
PROCESO	255.01	255.01	255.01
PROCESO	256.14	256.14	256.14
PROCESO	257.27	257.27	257.27
PROCESO	258.40	258.40	258.40
PROCESO	259.53	259.53	259.53
PROCESO	260.		

2.2 PERFIL ESTRATIGRAFICO DE LA CALICATA C-1



2.3 PERFIL ESTRATIGRAFICO REPRESENTATIVO



ANEXO 03:
**ESTUDIO EXISTENTE DE SUELOS DEL ESTUDIO DE PRE INVERSION A
NIVEL DE FACTIBILIDAD**

PROYECTO : REDES VIALES NACIONALES N°5 Y N°6 DE PROMCEPRI
Red Vial N° 6 : Mejoramiento, Pavimentación y Conservación de la Carretera Lunahuaná - Huancayo
TRAMO : Km. 40 + 750 al Km. 285 + 900

CUADRO N° 3 : RESUMEN DE ENSAYOS DE RAZON DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

PROGRESMA (Km)	LOCALIDAD	LADO	CALCATA	MUESTRA	PROF. (m)	ANALISIS GRANULOMETRICO				LIMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACION DE SUELOS		PROCTOR MODIFICADO		C.B.R. para 0.1*		EXPANSION Mx (%)
						% QUE PASA				%			SUCS	AASHTO	M.D.S. (gr/cm3)	O.C.H. (%)	95% de la M.D.S. (%)	100% de la M.D.S. (%)	
						N° 4	N° 10	N° 40	N° 200	LL	LP	IP							
42 + 500	Huchupampa	D	CV - 1	M - 3	0.20 - 1.00	48.1	35.4	13.7	4.1	—	NP	NP	GP	A-1-a (0)	2.200	5.5	44.0	83.0	0.0
43 + 500	Huchupampa	D	CV - 3	M - 3	1.30 - 1.60	96.8	95.7	92.1	50.5	—	NP	NP	ML	A-4 (3)	1.801	11.6	10.7	11.5	0.0
44 + 000	Huchupampa	D	CV - 4	M - 2	0.60 - 1.00	90.3	87.4	76.1	41.8	—	NP	NP	SM	A-4 (1)	1.869	12.1	18.4	20.8	0.0
44 + 000	Huchupampa	D	CV - 4	M - 3	1.00 - 1.50	65.2	56.0	42.7	25.2	26.1	17.8	8.3	SC	A-2-4 (0)	2.018	13.8	14.8	17.5	0.0
45 + 000	Puente Catapa	D	CV - 6	M - 1	0.00 - 1.50	61.5	46.7	26.4	10.3	—	NP	NP	SW - SM	A-1a (0)	2.166	6.4	50.5	80.5	0.0
45 + 500		D	CV - 7	M - 2	0.90 - 1.60	65.2	50.5	31.0	14.0	—	NP	NP	SM	A-1b (0)	2.324	5.9	39.9	61.5	0.0
46 + 480		D	CV - 9	M - 1	0.00 - 0.25	48.3	35.5	13.9	4.3	—	NP	NP	GP	A-1b (0)	2.250	6.2	22.0	33.0	0.0
47 + 505		D	CV - 11	M - 2	1.00 - 1.60	59.5	47.4	30.9	16.5	19.3	16.3	3.0	SM	A-1b (0)	1.988	11.8	24.0	35.0	0.0
49 + 150		I	CV - 14	M - 2	0.40 - 1.60	57.0	49.8	40.1	28.2	23.2	15.1	8.1	GC	A-2-4 (0)	2.072	11.0	24.0	45.0	0.0
49 + 500		D	CV - 15	M - 2	0.40 - 1.50	63.7	55.0	43.6	29.4	22.9	15.9	7.0	GC - GM	A-2-4 (0)	2.215	6.2	16.0	47.0	0.0
50 + 020		D	CV - 16	M - 3	1.30 - 1.60	36.4	31.9	17.6	3.5	—	NP	NP	GP	A-1a (0)	2.209	7.2	19.0	67.0	0.0
50 + 500		I	CV - 17	M - 3	0.90 - 1.50	28.3	23.8	15.3	6.7	—	NP	NP	GP - GM	A-1n (0)	2.337	5.1	68.0	91.0	0.0
51 + 500		D	CV - 19	M - 4	0.90 - 1.70	62.2	45.4	19.3	8.8	—	NP	NP	SW - SM	A-1a (0)	2.334	6.2	48.0	73.0	0.0
52 + 000		D	CV - 20	M - 2	0.30 - 1.20	46.2	39.8	26.5	13.0	—	NP	NP	GM	A-1a (0)	2.362	5.4	31.0	74.0	0.0
52 + 500		I	CV - 21	M - 3	0.90 - 1.50	38.4	31.9	22.6	3.3	—	NP	NP	GP	A-1a (0)	2.078	8.9	51.0	91.0	0.0
53 + 500	Pacarán	D	CV - 23	M - 2	0.40 - 1.50	76.4	65.9	47.5	24.6	22.5	15.5	7.0	SC - SM	A-2-4 (0)	2.068	10.2	18.9	19.8	0.0
53 + 980	Pacarán	D	CV - 24	M - 1	0.00 - 0.40	45.9	39.8	26.4	12.8	—	NP	NP	GM	A-1a (0)	2.199	3.9	18.5	42.5	0.0
54 + 500	Pacarán	D	CV - 25	M - 1	0.00 - 0.50	47.2	41.9	14.9	2.5	—	NP	NP	GP	A-1a (0)	2.138	7.6	20.5	40.5	0.0
55 + 000	Pacarán	D	CV - 26	M - 3	0.60 - 1.50	44.3	38.1	15.6	2.2	—	NP	NP	GP	A-1a (0)	2.211	7.1	17.5	53.5	0.0
55 + 440		D	CV - 27	M - 2	0.30 - 1.60	74.6	62.5	44.0	24.3	21.0	15.5	5.5	SC - SM	A-1b (0)	2.248	6.5	41.0	57.0	0.0
56 + 500		I	CV - 29	M - 2	0.30 - 1.60	48.2	35.5	13.7	4.2	—	NP	NP	GP	A-1a (0)	2.318	5.4	54.5	75.5	0.0
57 + 500	Zuñiga	D	CV - 31	M - 3	1.20 - 1.60	84.6	78.0	46.2	15.0	—	NP	NP	SM	A-1b (0)	2.060	8.4	34.0	57.0	0.0
59 + 000	Zuñiga	I	CV - 34	M - 1	0.00 - 0.50	48.7	42.2	31.0	16.5	—	NP	NP	GM	A-1b (0)	2.205	5.8	35.0	67.0	0.0
59 + 500	Zuñiga	I	CV - 35	M - 2	0.40 - 1.50	83.7	76.0	58.0	29.2	—	NP	NP	SM	A-2-4 (0)	1.969	12.7	11.8	37.0	0.0
61 + 000		I	CV - 38	M - 1	0.00 - 1.30	83.4	80.5	74.3	63.5	29.2	17.2	12.0	CL	A-6 (7)	1.760	16.3	13.0	15.0	0.0
62 + 500		I	CV - 41	M - 1	0.00 - 1.50	48.1	44.5	31.4	12.5	—	NP	NP	GM	A-1b (0)	2.172	7.4	37.5	59.5	0.0
64 + 500	Pedregal	I	CV - 45	M - 1	0.00 - 1.50	56.5	47.7	37.2	23.3	—	NP	NP	GM	A-1b (0)	2.208	9.7	26.5	37.5	0.0
66 + 500		I	CV - 49	M - 1	0.00 - 1.50	59.2	55.1	46.8	32.5	24.8	18.2	6.6	GC - GM	A-2-4 (0)	2.011	10.3	53.0	81.0	0.0
69 + 500		D	CV - 55	M - 1	0.00 - 1.50	38.4	32.3	26.4	4.6	—	NP	NP	GP	A-1-a (0)	2.281	5.4	37.0	68.0	0.0
72 + 000		D	CV - 60	M - 1	0.00 - 1.50	50.8	44.6	30.3	19.5	—	NP	NP	GM	A-1b (0)	2.110	7.1	39.0	82.0	0.0
73 + 000		D	CV - 62	M - 1	0.00 - 1.50	83.7	80.6	74.5	63.4	29.2	15.4	13.8	CL	A-6 (7)	1.850	13.5	6.7	9.0	0.0
74 + 020		D	CV - 64	M - 2	1.00 - 1.60	92.8	90.6	88.0	79.7	24.4	17.6	6.8	CL - ML	A-4 (8)	1.992	10.8	5.4	6.3	0.0
76 + 000		D	CV - 68	M - 1	0.00 - 0.60	40.6	36.4	24.4	4.8	—	NP	NP	GP	A-1a (0)	2.215	6.0	23.0	70.0	0.0
79 + 500		D	CV - 77	M - 1	0.00 - 1.60	64.3	56.7	34.9	9.8	—	NP	NP	SP-SM	A-1b (0)	2.048	7.9	20.5	30.1	0.0
82 + 580	Canchan	D	CV - 83	M - 2	0.50 - 1.50	53.5	49.0	35.9	20.2	—	NP	NP	GM	A-1b (0)	2.266	6.7	24.0	56.0	0.8

PROYECTO : REDES VIALES NACIONALES N°5 Y N°6 DE PROMCEPRI
Red Vial N° 6 : Mejoramiento, Pavimentación y Conservación de la Carretera Lunahuaná - Huancayo
TRAMO : Km. 40 + 750 al Km. 285 + 900

CUADRO N° 3 : RESUMEN DE ENSAYOS DE RAZON DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

PROGRESIVA (Km)	LOCALIDAD	LADO	CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	ANALISIS GRANULOMETRICO % QUE PASA				LIMITES DE ATTERBERG %			CLASIFICACION DE SUELOS		PROCTOR MODIFICADO		C.B.R. para 0.1*		EXPANSION M ₈₀ (%)
						N° 4	N° 10	N° 40	N° 200	L.L.	L.P.	I.P.	SUCS	AASHTO	M.D.S. (gr/cm ³)	O.C.H. (%)	95% de la M.D.S. (%)	100% de la M.D.S. (%)	
84 + 500	Matica	D	CV - 87	M - 1	0.00 - 1.50	34.2	23.6	12.6	5.5	—	NP	NP	GP - GM	A-1a (0)	2.063	8.4	26.0	54.0	0.0
87 + 200	Espuy	I	CV - 92	M - 2	0.30 - 1.50	77.6	69.9	54.5	37.0	24.6	17.8	6.8	SC - SM	A-4 (0)	2.112	10.1	14.7	23.9	0.0
88 + 500		I	CV - 94	M - 1	0.00 - 1.50	55.5	45.2	30.5	15.2	—	NP	NP	GM	A-1b (0)	2.244	6.1	42.0	67.0	0.0
90 + 270		D	CV - 97	M - 1	0.00 - 1.50	57.8	47.5	32.8	16.5	—	NP	NP	GM	A-1b (0)	2.066	8.5	46.0	80.0	0.0
96 + 500		D	CV - 110	M - 1	0.00 - 1.50	48.8	36.2	22.9	9.0	—	NP	NP	GW - GM	A-1a (0)	2.219	7.0	57.0	95.0	0.0
105 + 495	Calacota	I	CV - 128	M - 1	0.00 - 1.60	56.9	46.2	27.4	11.6	—	NP	NP	SW - SM	A-1a (0)	2.025	9.4	28.0	51.5	0.0
107 + 080		D	CV - 131	M - 1	0.00 - 1.60	48.2	36.4	23.5	16.2	20.8	14.3	6.5	GC - GM	A-2-4 (0)	2.121	11.4	17.5	36.0	0.0
109 + 230		D	CV - 135	M - 1	0.00 - 1.50	43.5	35.7	28.5	3.3	—	NP	NP	GP	A-1a (0)	2.265	5.8	31.0	61.0	0.0
112 + 260	Puente Auco	I	CV - 141	M - 2	0.50 - 1.50	53.9	45.1	22.1	6.2	—	NP	NP	SP - SM	A-1a (0)	2.179	7.6	61.0	87.0	0.0
116 + 350		D	CV - 150	M - 1	0.00 - 1.50	81.8	67.8	37.7	20.0	20.7	13.6	7.1	SC	A-2-4 (0)	2.011	10.9	10.5	22.0	0.0
117 + 280		D	CV - 152	M - 2	0.60 - 1.20	80.1	66.1	36.0	18.3	20.7	12.6	8.1	SC	A-2-4 (0)	1.804	12.5	18.0	32.0	0.2
119 + 080		D	CV - 156	M - 2	0.40 - 1.50	47.7	37.2	21.1	8.3	—	NP	NP	GW - GM	A-1a (0)	2.038	10.2	53.0	66.0	0.0
120 + 040		D	CV - 158	M - 2	0.70 - 1.60	73.8	61.5	41.5	26.6	31.5	19.6	11.9	SC	A-2-6 (0)	2.061	10.6	44.0	60.0	0.8
124 + 170		I	CV - 165	M - 1	0.00 - 1.50	67.8	56.2	36.9	28.2	27.0	15.6	11.4	SC	A-2-6 (0)	1.848	12.1	24.0	49.0	0.0
127 + 580		D	CV - 173	M - 1	0.00 - 1.50	44.8	34.6	21.7	3.3	—	NP	NP	GP	A-1a (0)	2.019	6.5	41.0	73.0	0.0
132 + 625		D	CV - 184	M - 2	0.40 - 1.40	65.7	53.8	36.3	23.7	22.7	14.9	7.8	SC	A-2-4 (0)	2.011	11.8	26.0	52.5	0.0
139 + 845		I	CV - 199	M - 1	0.00 - 1.50	75.3	72.3	68.5	62.2	26.3	15.1	11.2	CL	A-4(6)	2.010	11.2	4.9	10.0	0.0
142 + 400		D	CV - 206	M - 2	0.40 - 1.50	51.9	41.4	25.3	12.5	—	NP	NP	GM	A-1a (0)	2.202	5.9	29.5	58.0	0.0
145 + 580		I	CV - 214	M - 1	0.00 - 1.50	29.6	18.8	10.7	6.7	26.4	20.2	6.2	GP - GC	A-2-4 (0)	2.008	10.2	42.0	65.0	0.0
149 + 100		I	CV - 225	M - 2	0.80 - 1.50	52.7	40.7	20.2	5.1	—	NP	NP	SP - SM	A-1a (0)	2.068	10.5	37.5	59.0	0.0
160 + 800		I	CV - 260	M - 2	0.70 - 1.60	95.4	95.0	90.4	67.6	28.9	20.1	8.8	CL	A-4(7)	1.986	11.2	6.8	12.8	0.0
165 + 200		D	CV - 269	M - 2	0.80 - 1.60	94.7	94.1	93.1	73.1	27.0	22.0	5.0	ML	A-4(8)	1.989	10.4	6.2	8.3	
166 + 290		I	CV - 271	M - 2	0.50 - 1.70	97.8	97.3	95.9	89.8	32.5	20.7	11.8	CL	A-6(9)	1.726	16.5	4.8	7.5	3.5
174 + 540	Urpay - Rumi	E	CV - 283	M - 2	0.70 - 1.50	33.3	23.1	14.4	10.5	39.0	31.4	7.6	GP - GM	A-2-4 (0)	2.088	9.9	35.5	60.0	0.0
175 + 280		E	CV - 284	M - 2	0.50 - 1.60	97.4	96.3	88.3	59.5	34.0	21.5	12.5	CL	A-6(6)	1.776	16.6	10.4	12.2	0.0
186 + 000		E	CV - 295	M - 2	0.40 - 1.60	39.9	28.6	15.9	10.1	19.0	NP	NP	GP - GM	A-1a (0)	2.204	7.2	37.0	74.0	0.0
191 + 100		Eje	CV - 300	M - 3	1.20 - 1.60	96.1	93.3	90.3	89.5	27.0	16.6	10.4	CL	A-6(8)	1.744	18.7	10.5	14.0	1.5
204 + 500	Yauricocha	D	CV - 325	M - 2	0.40 - 1.60	89.3	81.6	71.1	31.2	28.5	17.1	11.4	SC	A-2-6 (0)	1.878	12.7	32.0	43.5	0.4
216 + 500		D	CV - 349	M - 2	0.40 - 1.00	98.1	93.9	85.6	73.1	38.8	23.5	13.3	CL	A-6(9)	1.696	16.4	17.5	26.0	1.4
221 + 500		D	CV - 359	M - 2	0.20 - 1.10	100.0	99.5	91.3	76.8	65.6	23.5	42.1	CH	A-7-6 (20)	1.512	25.2	4.6	5.1	6.2
231 + 920		D	CV - 380	M - 2	0.30 - 1.60	56.1	47.1	37.3	28.4	30.7	11.2	19.5	GC	A-2-6 (1)	2.047	8.4	12.5	16.4	1.9
235 + 580		D	CV - 387	M - 4	0.55 - 1.50	96.9	93.4	85.4	75.3	45.4	15.0	29.8	CL	A-7-6 (17)	1.829	15.3	5.8	7.2	4.9
251 + 647		D	CV - 416	M - 1	0.00 - 1.60	26.5	21.3	11.6	1.3	—	NP	NP	GP	A-1a (0)	2.028	7.0	65.0	85.0	0.0
253 + 300		D	CV - 425	M - 3	0.60 - 1.20	99.9	99.7	87.2	37.0	—	NP	NP	SM	A-4 (0)	1.909	12.2	25.0	32.5	1.2

ANEXO 04:

ESTUDIO DE CANTERAS Y FUENTES DE AGUA

4.1 RESULTADO DE ANALISIS DE PROPIEDADES FISICO-MECANICAS

ANALISIS DE CANTERAS CARRETERA CAÑETE - YAUYOS - HUANCAYO
RESUMEN DE ENSAYOS DE RAZON DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

CANTERA	PROGRESIVA (Km)	CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	ANALISIS GRANULOMETRICO % QUE PASA				LIMITES DE ATTERBERG %			CLASIFICACION DE SUELOS		PROCTOR MODIFICADO		C.B.R. para 0.1"		EXPANSION Máx (%)
					N° 4	N° 10	N° 40	N° 200	L.L.	L.P.	I.P.	SUCS	AASHTO	M.D.S. (gr/cm3)	O.C.H. (%)	5% de la M.D.S (%)	100% de la M.D.S (%)	
JACAYA	53 + 500	CJ - 3	M - 2	0.80 - 2.70	72.4	63.7	43.6	24.6	19.3	17.8	1.5	SM	A-1b (0)	2.265	4.5	40	82	0.0
		CJ - 6	M - 2	0.30 - 2.00	54.7	43.9	28.2	15.2	18.2	14.0	4.2	GM	A-1b (0)	2.365	5.2	38	53	0.0
HUAGIL	58 + 170	CH - 3	M - 1	0.00 - 2.50	63.6	52.6	33.9	18.3	20.2	16.1	4.1	SC - SM	A-1b (0)	2.286	4.7	22	51	0.0
CASCAJAL	64 + 000	CC - 6	M - 1	0.00 - 2.50	32.5	23.1	17.1	11.7	21.0	14.5	6.5	GP - GC	A-2-4 (0)	2.410	6.9	79	98	0.0
		CC - 7	M - 1	0.00 - 3.00	58.1	45.1	33.0	22.2	20.9	14.8	6.1	SC - SM	A-2-4 (0)	2.414	5.0	41	127	1.7
MONTENEGRO	80 + 200	CM - 8	M - 1	0.00 - 2.00	57.4	42.0	27.6	15.8	20.7	14.7	6.0	GC-GM	A-1-b(0)	2.245	7.3	23	60	0.0
RIO CAÑETE	81 + 850	CRC - 1	M - 1	0.00 - 1.50	30.6	19.9	8.5	1.5	----	NP	NP	GW	A-1a (0)	2.316	7.3	73	82	0.0
PIEDRA PRADO	81 + 800	CPP - 1	M - 2	0.40 - 3.00	49.1	37.7	18.9	10.1	----	NP	NP	GW - GM	A-1a (0)	2.224	8.3	51	81	0.0
		CPP - 2	M - 1	0.40 - 3.00	40.6	29.0	13.5	6.3	----	NP	NP	GW - GM	A-1a (0)	2.184	5.3	60	86	0.0
ESPUY	88 + 500	CE - 4	M - 1	0.00 - 3.00	53.6	47.5	36.4	26.2	24.0	15.6	8.4	GC	A-2-4(0)	2.240	6.6	42	67	0.9
ESPUY	88 + 500	CE - 2	M - 1	0.00 - 3.00	49.3	37.3	24.3	13.8	20.5	14.1	6.4	GC - GM	A-2-4 (0)	2.152	11.0	19	44	0.0
CUNCUBAY I	102 + 500	CU - 3	M - 2	0.20 - 3.00	61.6	54.8	42.0	26.7	20.5	17.9	2.6	GM	A-2-4 (0)	2.169	8.1	21	31	0.0
TAUMATA	115 + 200	CT - 3	M - 2	1.00 - 3.00	81.1	62.8	33.5	13.3	----	NP	NP	SM	A-1b (0)	2.164	6.8	42	70	0.0
RUMICHACA I	136 + 200	CR - 8	M - 2	0.90 - 3.00	43.9	31.2	18.4	6.4	23.2	15.5	7.7	GW - GC	A-2-4 (0)	2.223	7.8	54	89	0.0
RUMICHACA II	136 + 200	CR - 5	M - 1	0.00 - 1.50	39.8	24.6	9.3	4.1	25.8	NP	NP	GW	A-1a (0)	2.248	7.2	58	90	0.0
SHICUY	207 + 000	CSH - 1	M - 2	0.30 - 3.00	69.3	63.8	54.7	22.9	----	NP	NP	SM	A-2-4 (0)	2.108	8.7	49	81	0.0
HUAMIN LOMA	224 + 000	CHL - 4	M - 2	0.70 - 2.50	46.6	39.6	28.8	17.6	40.8	19.1	21.7	GC	A-2-7 (0)	2.092	9.3	18	24	1.6
SAN BLAS	234 + 500	CSB - 2	M - 2	0.20 - 3.00	51.4	39.0	22.5	10.3	NT	NP	NP	GW-GM	A-1-a(0)	2.172	8.5	65	92	0.0
MALAPAMPA	248 + 500	CMP - 2	M - 1	0.00 - 1.50	59.1	49.7	40.3	27.4	31.1	18.0	13.1	GC	A-2-6 (0)	2.208	7.1	14	68	0.1
CHUPACA	250 + 800	CHU - 3	M - 3	0.40 - 2.20	50.6	42.0	24.3	9.9	24.1	16.49	7.61	GP - GC	A-2-4 (0)	2.260	7.2	42	70	0.0

CANTERAS A EMPLEAR EN LA AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DEL TRAMO km 166+500 AL km 166+800

4.2 RESULTADOS DE ANÁLISIS ESPECIALES EN MATERIALES DE CANTERAS

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. 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 *
MONTENEGRO	80 + 200	CM - 8	M - 1	0.00 - 2.00	59.6	16.6	21.90	1.00	100%, +95 **	GRADO 5 **
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	CFP - 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		

4.3 RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICOS EN MATERIALES DE CANTERA

RESUMEN DE ENSAYOS QUIMICOS DE CANTERAS

CANTERA	PROGRESIVA (Km)	CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	Cloruros (ppm)	Sulfatos (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	CFP - 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

4.4 RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICOS EN FUENTES DE AGUA

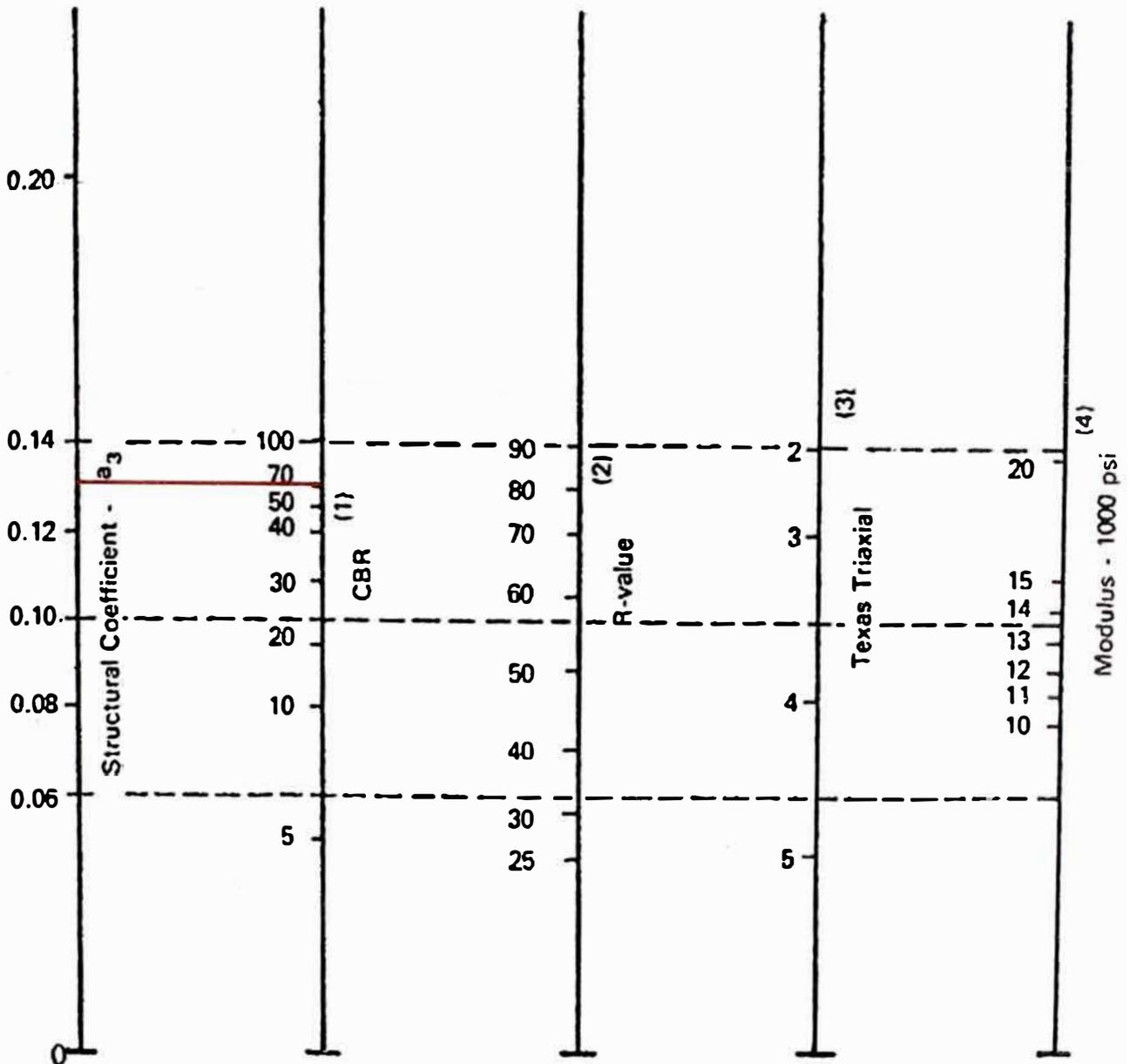
FUENTE DE AGUA	LOCALIZACION	PROGRESIVA (Km)	PH	Cloruros (ppm)	Sulfatos (ppm)	S.S.T. (ppm)	M. O. (%)
RIO CUNAS		6 + 000(*)	7.90	21.28	96.06	380.00	0.10
RIO CUNAS	Chupaca	14 + 000(*)	7.10	28.37	96.06	420.00	0.00
RIO CAÑETE	Pte Capellana	46 + 500	7.40	49.64	24.02	360.20	0.02
RIO CAÑETE	San Jeronimo	74 + 000	7.00	49.64	14.41	390.10	0.00
RIO ALIS	Alis	177 + 000	7.22	35.46	48.03	510.00	0.00

ANEXO 05:

**CARTAS DE VARIACION DEL COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE CAPAS DE
BASE Y SUBBASE**

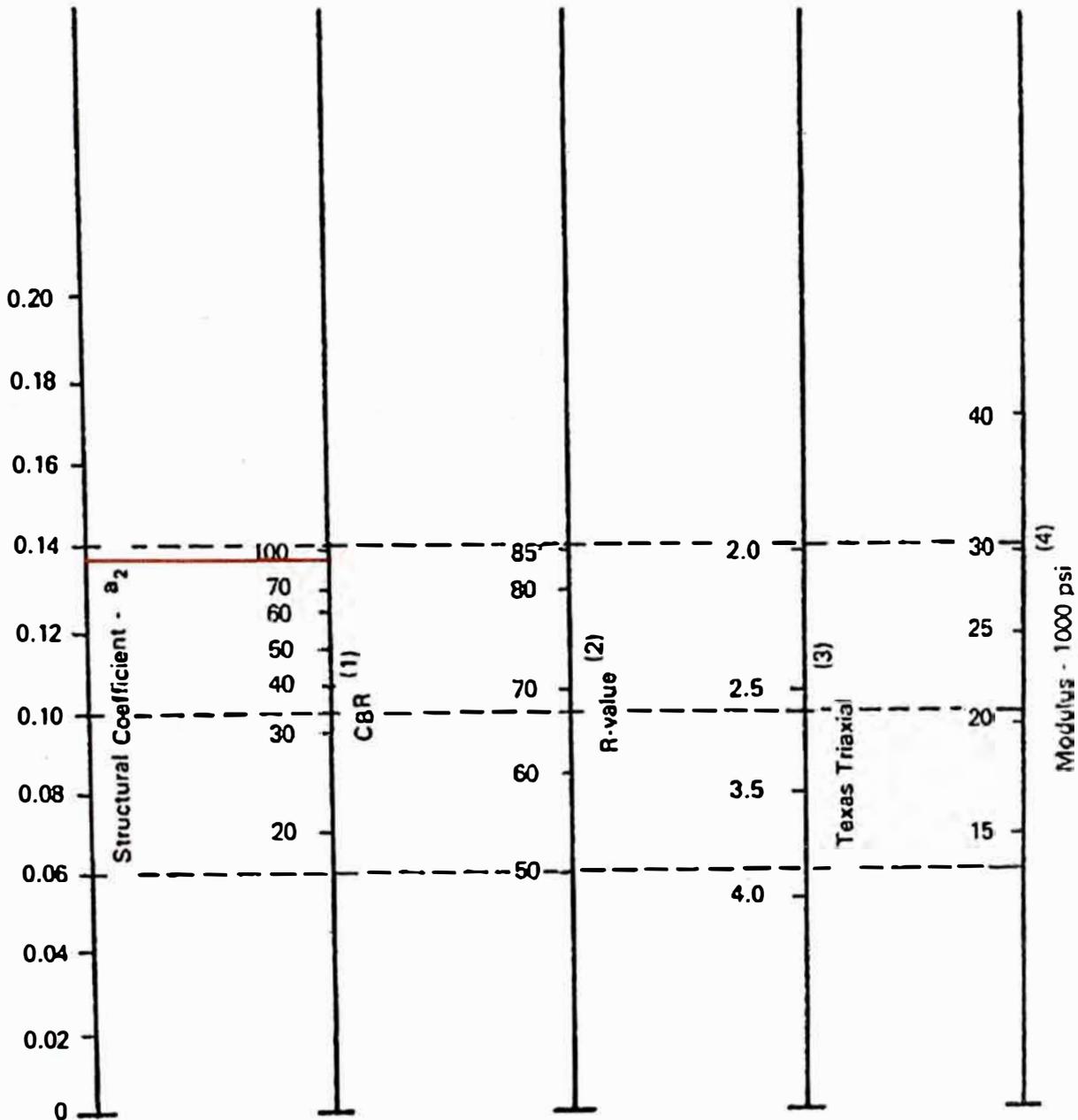
NOMOGRAMA AASHTO PARA EL CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL

5.1 CARTA DE VARIACION DEL COEFICIENTE DE CAPA DE SUBBASE



- (1) Scale derived from correlations from Illinois.
- (2) Scale derived from correlations obtained from The Asphalt Institute, California, New Mexico and Wyoming.
- (3) Scale derived from correlations obtained from Texas.
- (4) Scale derived on NCHRP project (3).

5.2 CARTA DE VARIACION DEL COEFICIENTE DE CAPA DE BASE



- (1) Scale derived by averaging correlations obtained from Illinois.
- (2) Scale derived by averaging correlations obtained from California, New Mexico and Wyoming.
- (3) Scale derived by averaging correlations obtained from Texas.
- (4) Scale derived on NCHRP project (3).

5.3 NOMOGRAMA AASHTO PARA EL CÁLCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL

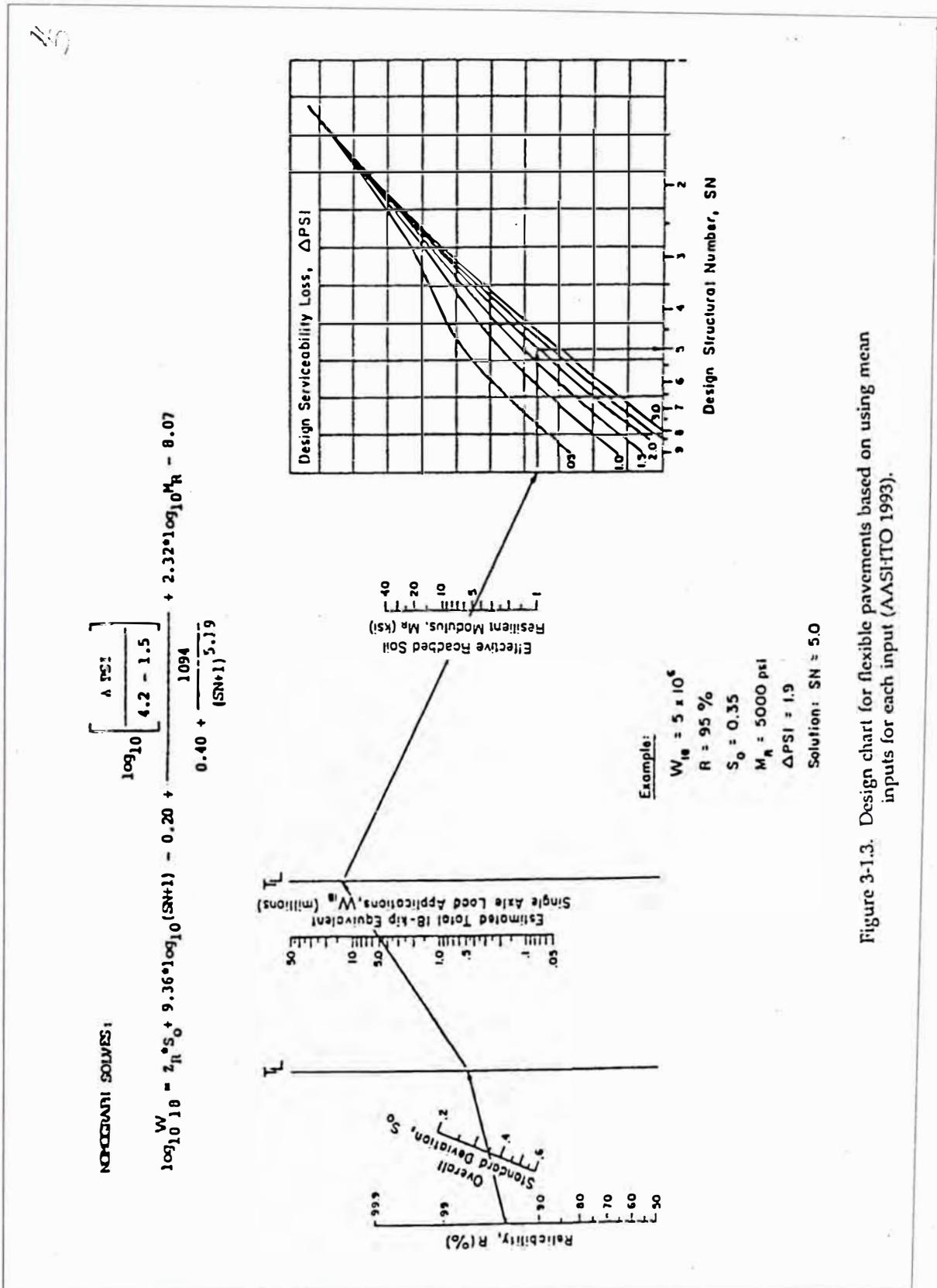


Figure 3-1.3. Design chart for flexible pavements based on using mean inputs for each input (AASHTO 1993).

ANEXO 06:
MEMORIA DE CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL
METODO AASHTO - 93

6.1 MEMORIA DE CÁLCULO DEL S_n

Tramo km 166+500 al km 166+800

Periodo 10 años

Tipo	IMD	FC	Tasa de Crecimiento	Factor de Crecimiento	Dias	EAL
Bus 2E	23	4.50	8.30%	14.69	365	555124.59
Bus > 2E	16	3.28	8.30%	14.69	365	281477.67
C2	42	4.50	8.30%	14.69	365	1013705.77
C3	22	3.28	8.30%	14.69	365	387031.79
T2S2	12	6.52	8.30%	14.69	365	419642.01
T2S3	12	5.92	8.30%	14.69	365	381024.64
T3S2	12	5.30	8.30%	14.69	365	341120.04
Total						3.38E+06

Calculo del W_{18} :

Factor de distribucion direccional (50% generalmente)

$$D_D = 0.5$$

Factor de distribucion de carril (100%, 1 solo carril por direccion)

$$D_L = 1.0$$

$$W_{18} = 1.69E+06$$

Factor de Confiabilidad:

Arteria principal rural

85%

$$Z_r = -1.037$$

Desviacion Estandar Total:

Para pavimentos flexibles

0.40 - 0.50 (AASHTO-93)

$$S_o = 0.45$$

Variacion de Serviciabilidad (Δ PSI):

Po : Índice de Serviciabilidad Inicial (4.2 Bueno)

Pt : Índice de Serviciabilidad Final (2.2 Regular)

$$\Delta \text{ PSI} = 2.0$$

Modulo Resiliente de la Subrasante:

Para suelos granulares.

$$M_r = 4326 \times \ln(\text{CBR}) + 241$$

$$M_r = 15743.30$$

Calculo del numero Estructural S_n :

$$S_n = 2.69$$

Coefficientes de Capa:

TSB	a1=	0
Base Granular CBR=90%	a2=	0.14
Subbase Granular CBR=70%	a3=	0.13

Coefficientes de Drenaje:

Base Granular	m2=	1.2
Subbase Granular	m3=	1.2

6.2 PROGRAMA AASHTO – 93

Ecuación AASHTO 93

CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993 (2.0)

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

Tipo de Pavimento <input checked="" type="radio"/> Pavimento flexible <input type="radio"/> Pavimento rígido		Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So) 85 % $Z_r = -1.037$ So = 0.45	
Serviciabilidad inicial y final PSI inicial = 4.2 PSI final = 2.2		Módulo resiliente de la subrasante Mr = 15743.30 psi	
Información adicional para pavimentos rígidos			
Módulo de elasticidad del concreto - E _c (psi)	<input type="text"/>	Coefficiente de transmisión de carga - (J)	<input type="text"/>
Módulo de rotura del concreto - S _c (psi)	<input type="text"/>	Coefficiente de drenaje - (Cd)	<input type="text"/>
Tipo de Análisis <input checked="" type="radio"/> Calcular SN W18 = 1690000 <input type="radio"/> Calcular W18		Número Estructural SN = 2.69	
Observaciones <input style="width: 100%; height: 40px;" type="text"/>			
<input type="button" value="Calcular"/>		<input type="button" value="Salir"/>	

ANEXO 07:

CARACTERISTICAS GEOTECNICAS TEORICAS DE LOS MATERIALES

Parámetros de Resistencia en función al ensayo de penetración Estándar para suelos granulares					
Descripción	Muy Suelto	Suelto	Medianamente denso	Denso	Muy Denso
Densidad relativa D_r (%)	0-15	15-35	35-65	65-85	85-100
SPT N_{170}					
Fino	1 – 2	3 – 6	7 – 15	16 – 30	>40
Mediano	2 – 3	4 – 7	8 – 20	21 – 40	>45
Grueso	3 – 6	5 – 9	10 – 25	26 – 45	>45
ϕ'_u Fino	26 – 28	28 – 30	30 – 34	33 - 38	<50
Mediano	27 – 28	30 – 32	32 – 36	36 – 42	<50
Grueso	28 – 30	30 – 34	33 - 40	40 - 50	<50
γ (KN/m ³)	11 - 16	14 - 18	17 - 20	17 - 22	20 - 23

Ensayo de laboratorio			
Tipo de Suelo	No consolidado No drenando (U)	Consolidado no drenado (CU)	Consolidado Drenado (CD)
Grava			
Tamaño medio	38 – 50°	32 – 40°	40 – 55°
Arena	35 – 45°	30 – 35°	35 – 50°
Arena			
Suelta (seca)	28 – 34°	26 – 30°	
Suelta (saturada)	25 – 30°	23 – 26°	
Denso (seca)	35 – 42°	30 – 35°	38 – 45°
Denso (húmeda)	30 – 37°	27 – 32°	38 – 45°
Arena Limosa	20 – 30°		
Limos			
Suelos	20 – 25°		27 – 30°
Denso	25 – 30°		30 – 35°
Arcilla	0° - 10°	3 – 20°	20 – 35°
Arcilla Limosa	0 – 15°	10 – 20°	

ANEXO 08:
PANEL FOTOGRAFICO



Vista panorámica del Tramo km 166+500 al km 166+800. Reconocimiento de campo, realizando un levantamiento topográfico con la finalidad de determinar el eje de diseño de la carretera.



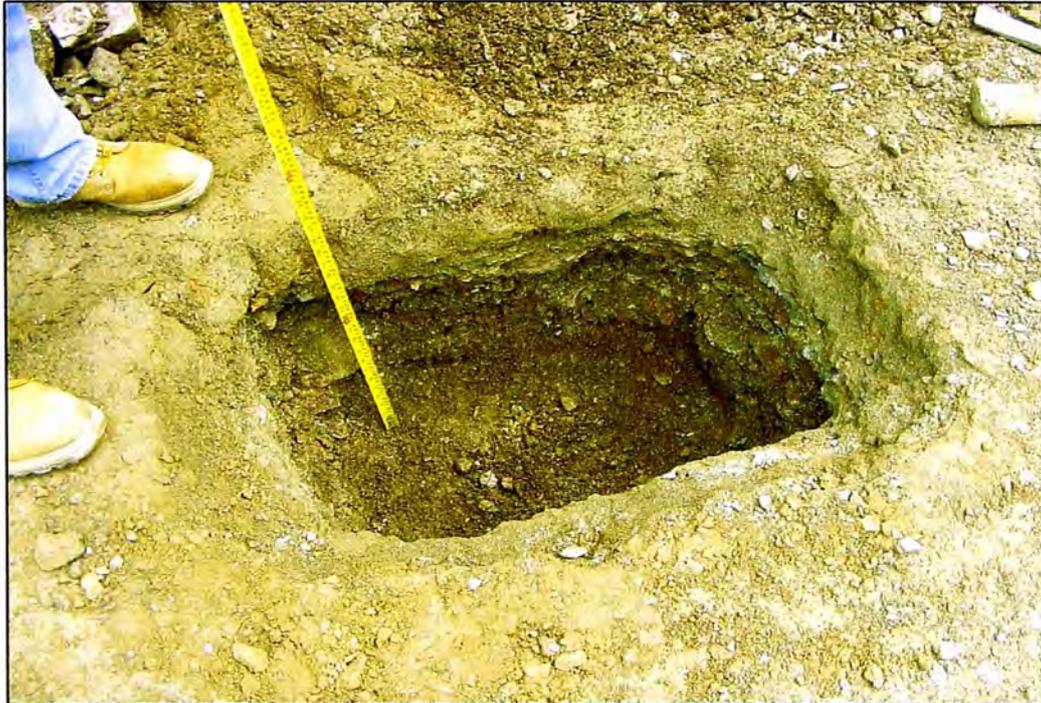
Zona crítica en el km 166+590. Presencia de taludes rocosos a la margen izquierda de la carretera los cuales tendrán que ser cortados previo análisis de estabilidad.



Presencia de taludes rocosos a lo largo de la margen izquierda de la carretera. Roca graníticas con contenido de cuarzo lo cual lo hace una roca resistente.



Muestra de roca de la parte inferior del talud. Se identifico como una roca sedimentaria arenisca, grises carbonosos y algo oscuros con alto contenido de pirita.

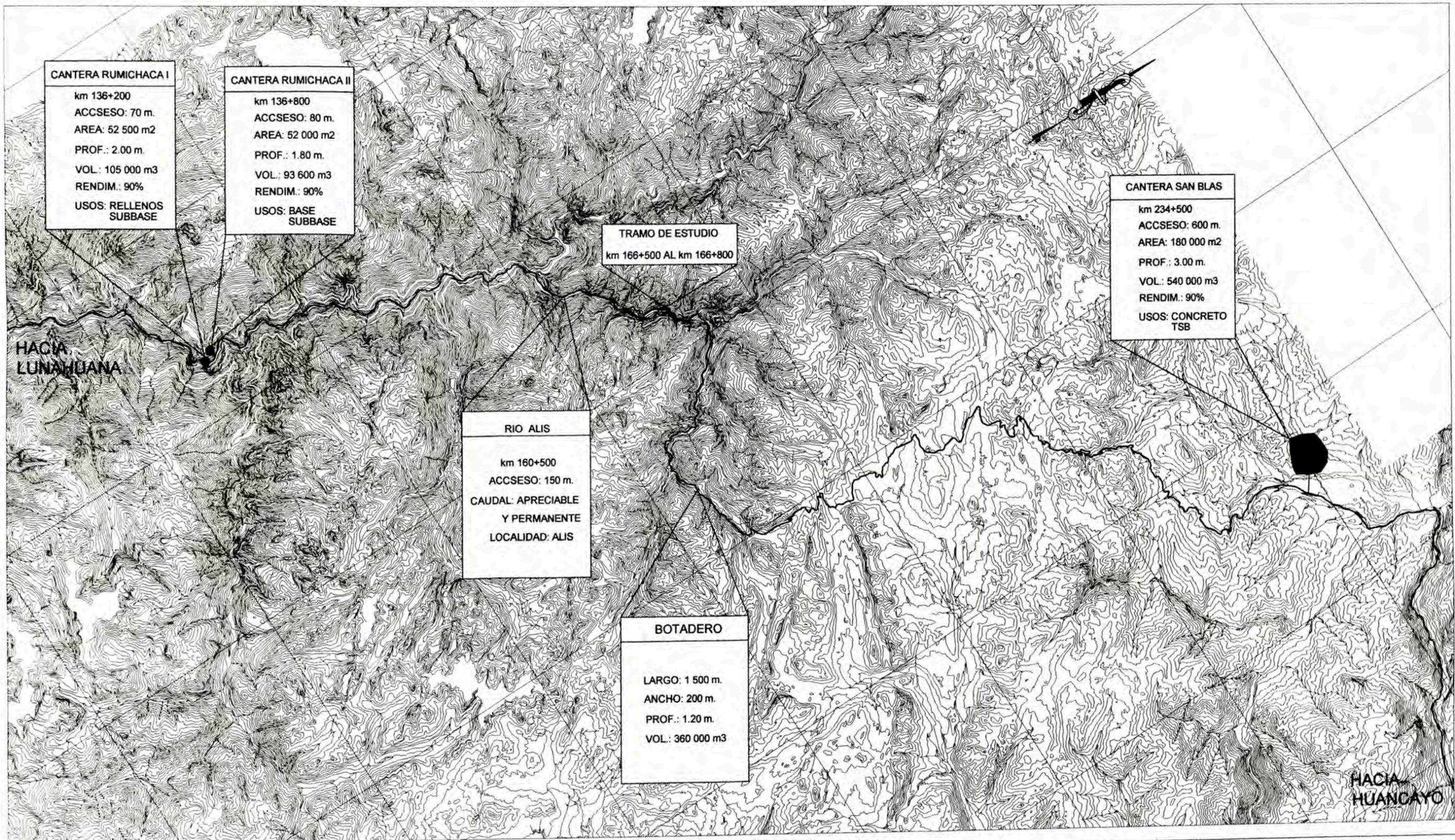


Ejecución de prospecciones a cielo abierto para proceder, primeramente al reconocimiento visual de estratos existentes en el terreno de fundación, para elaboración del perfil estratigráfico.



Calicata C-1 de donde se tomo la muestra del suelo existente para análisis de propiedades físico - mecánicas. Se excavo hasta una profundidad de 1.20 m.

ANEXO 09:
PLANOS DE OBRA



CANTERA RUMICHACA I
 km 136+200
 ACCESO: 70 m.
 AREA: 52 500 m²
 PROF.: 2.00 m.
 VOL.: 105 000 m³
 RENDIM.: 90%
 USOS: RELLENOS
 SUBBASE

CANTERA RUMICHACA II
 km 136+800
 ACCESO: 80 m.
 AREA: 52 000 m²
 PROF.: 1.80 m.
 VOL.: 93 600 m³
 RENDIM.: 90%
 USOS: BASE
 SUBBASE

TRAMO DE ESTUDIO
 km 166+500 AL km 166+800

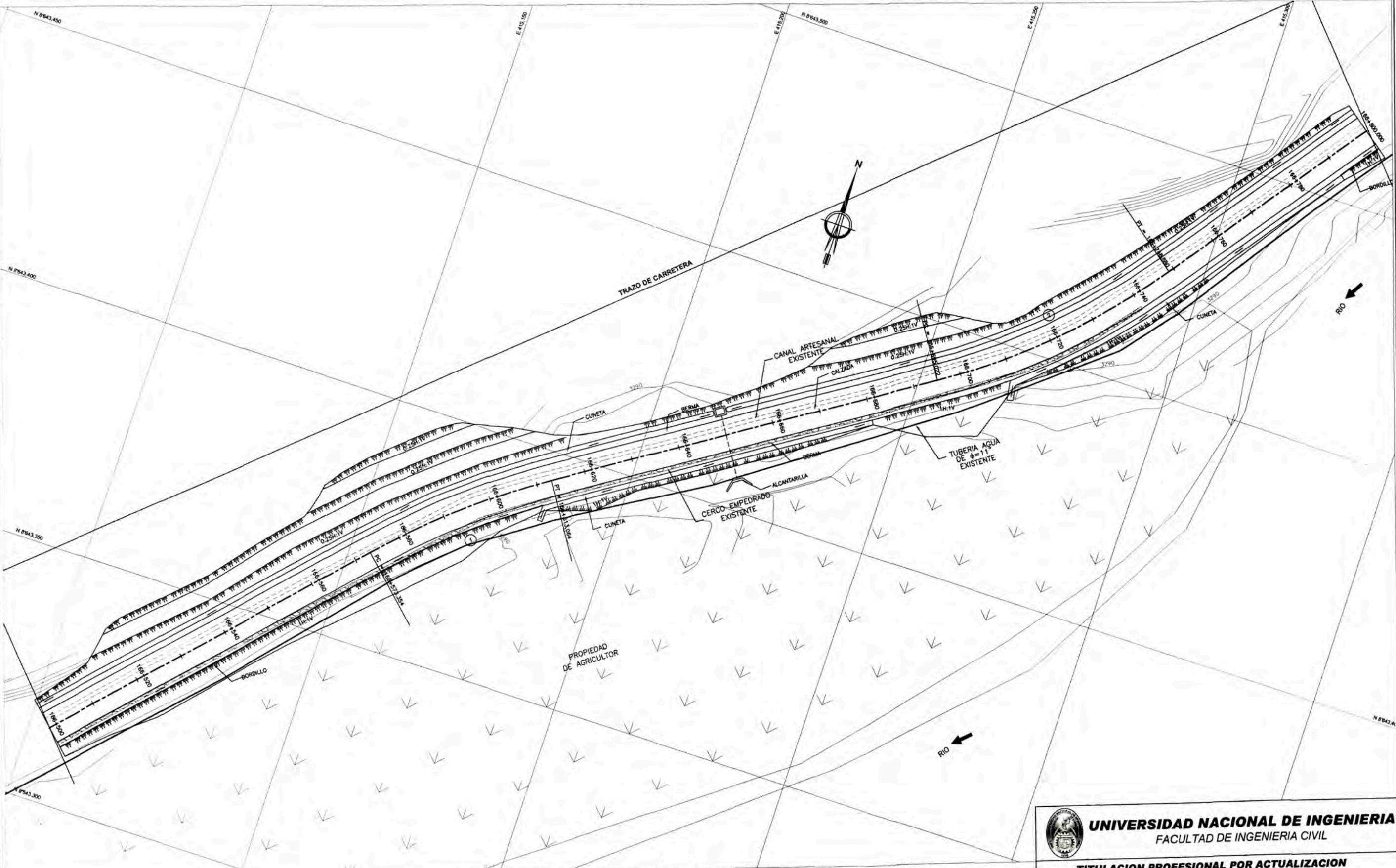
CANTERA SAN BLAS
 km 234+500
 ACCESO: 600 m.
 AREA: 180 000 m²
 PROF.: 3.00 m.
 VOL.: 540 000 m³
 RENDIM.: 90%
 USOS: CONCRETO
 TSB

RIO ALIS
 km 160+500
 ACCESO: 150 m.
 CAUDAL: APRECIABLE
 Y PERMANENTE
 LOCALIDAD: ALIS

BOTADERO
 LARGO: 1 500 m.
 ANCHO: 200 m.
 PROF.: 1.20 m.
 VOL.: 360 000 m³

UBICACION DE CANTERAS
 ESCALA: 1/200,000

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
	TITULACION PROFESIONAL POR ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTO	
AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS-HUANCAYO DEL km 166+500 - km 166+800		
PLANO: DIAGRAMA DE CANTERAS, FUENTES DE AGUA Y BOTADEROS km 166+500 - km 166+800	ESCALA: INDICADA FECHA: MAYO CÓDIGO:	UC-01



PLANTA
1:750



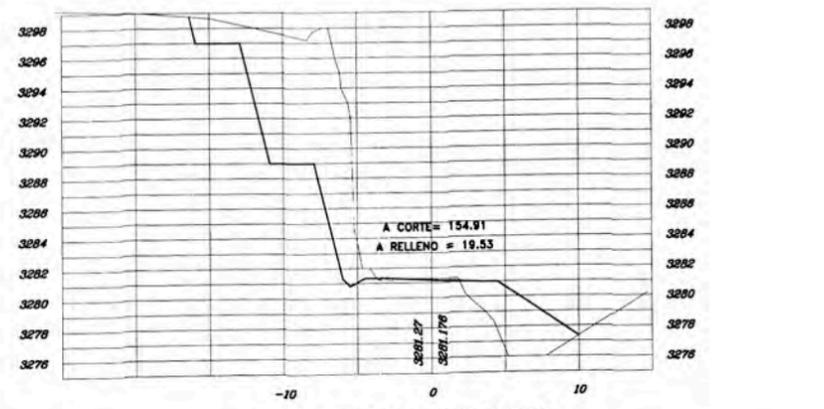
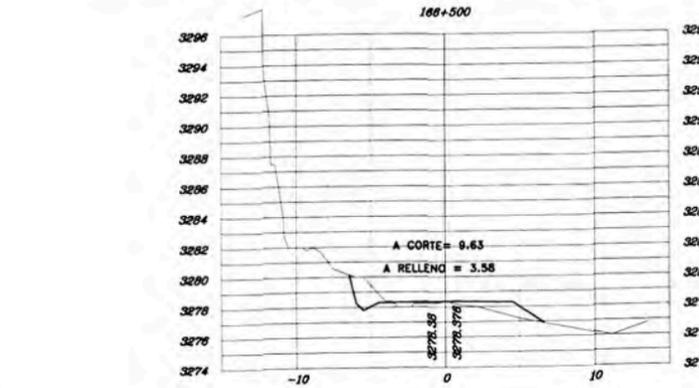
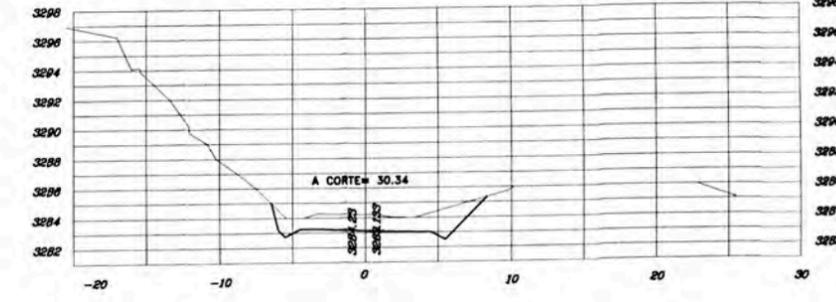
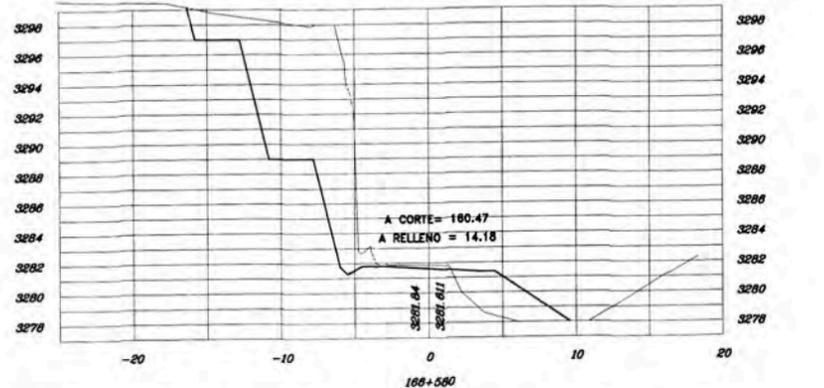
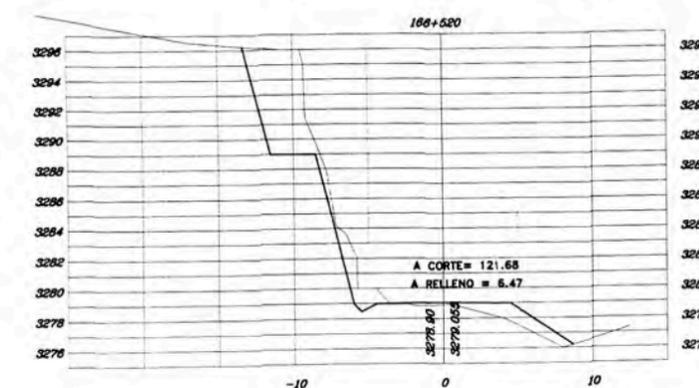
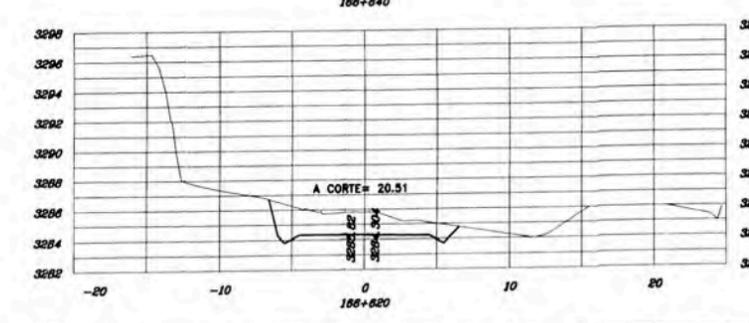
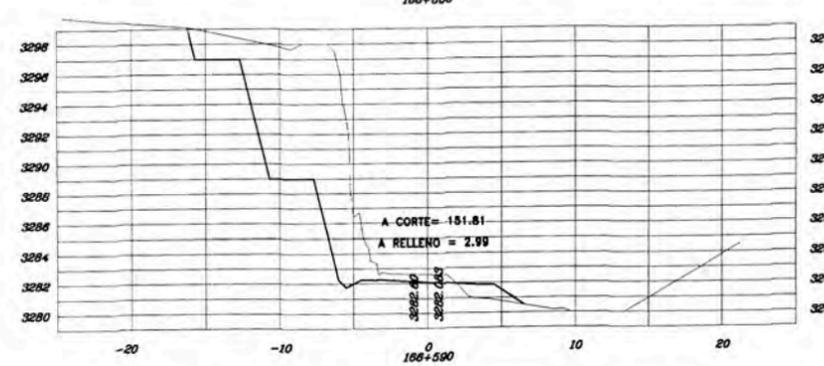
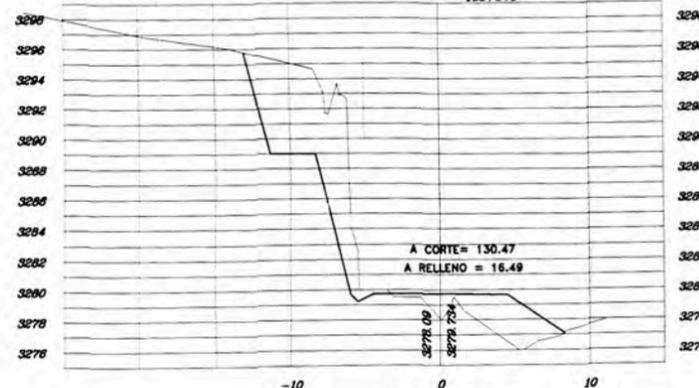
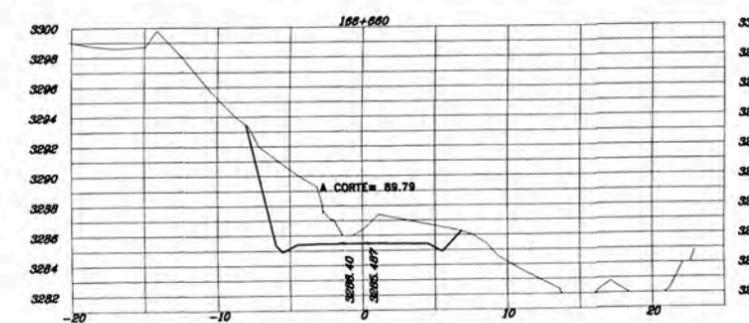
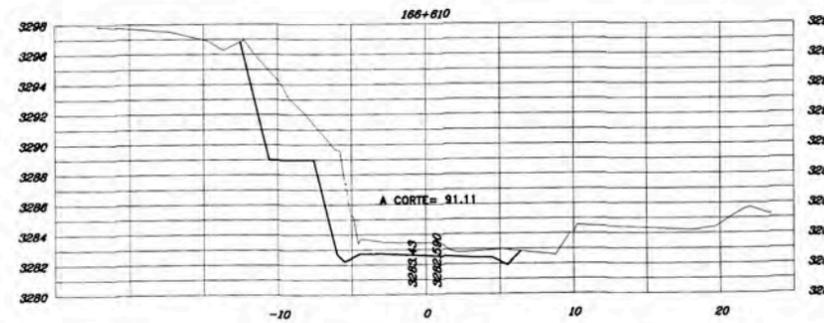
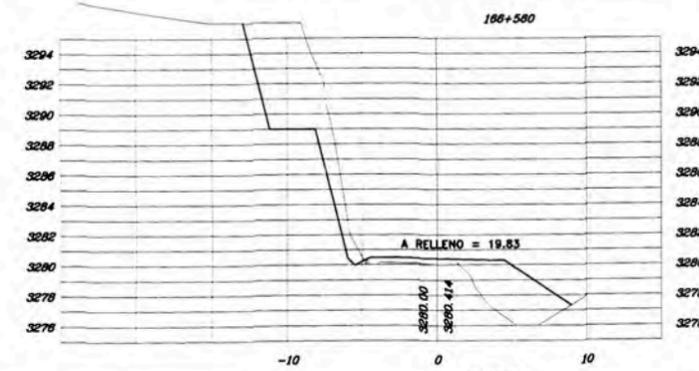
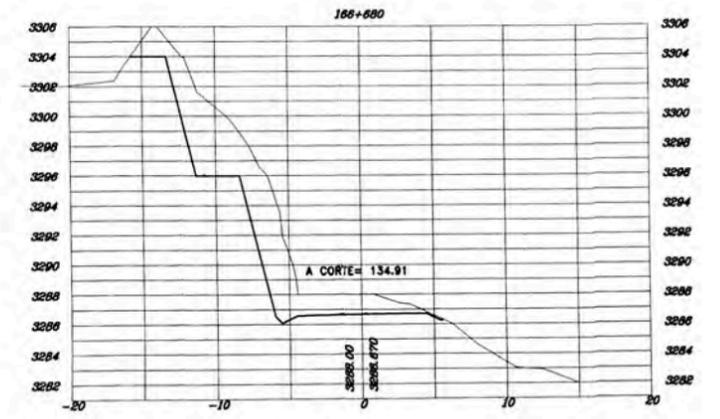
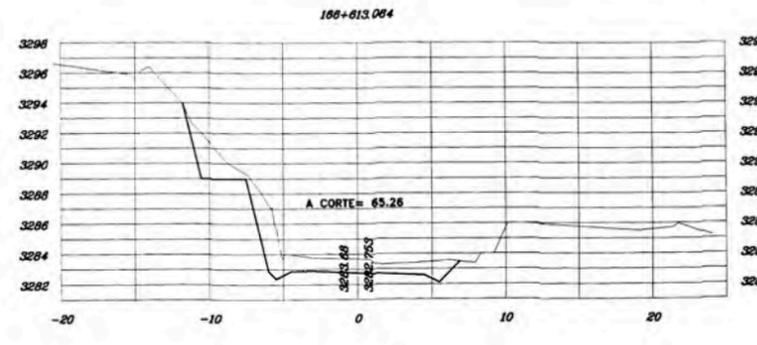
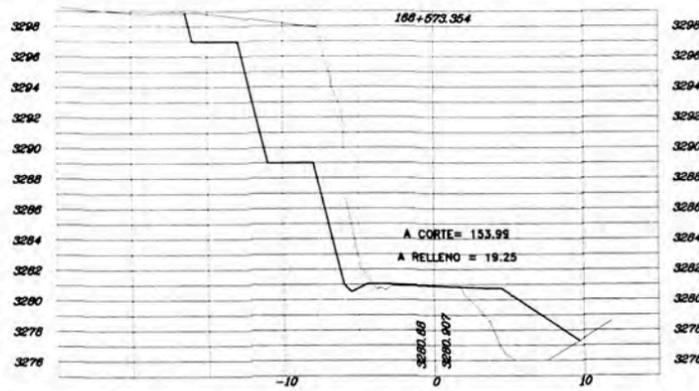
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TITULACION PROFESIONAL POR ACTUALIZACION
DE CONOCIMIENTO

**AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA
CAÑETE-YAUYOS-HUANCAYO DEL
km 166+500 - km 166+800**

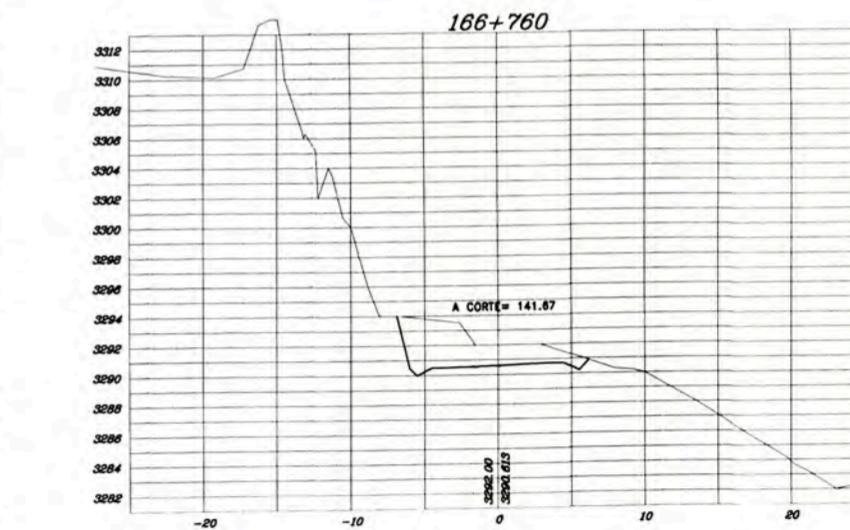
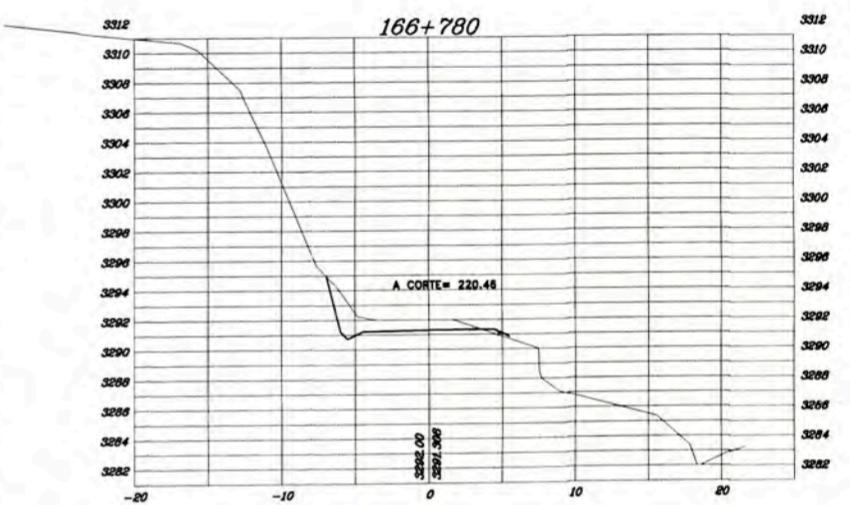
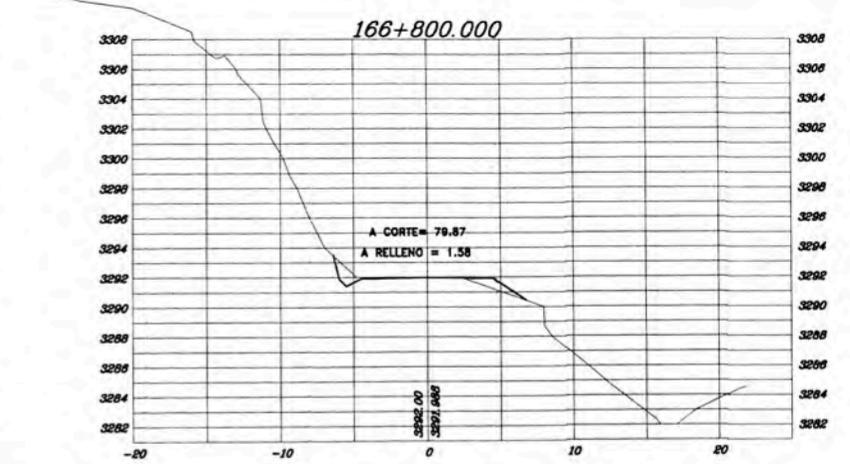
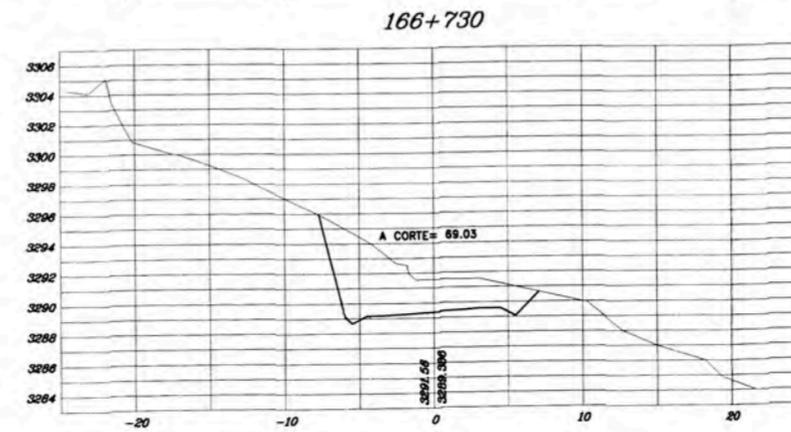
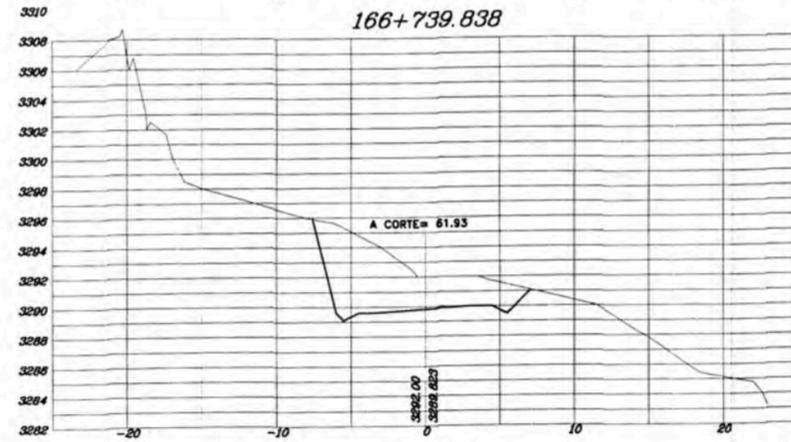
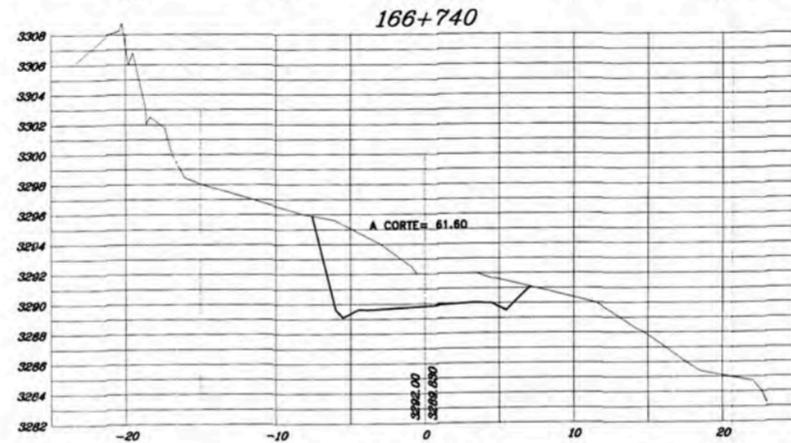
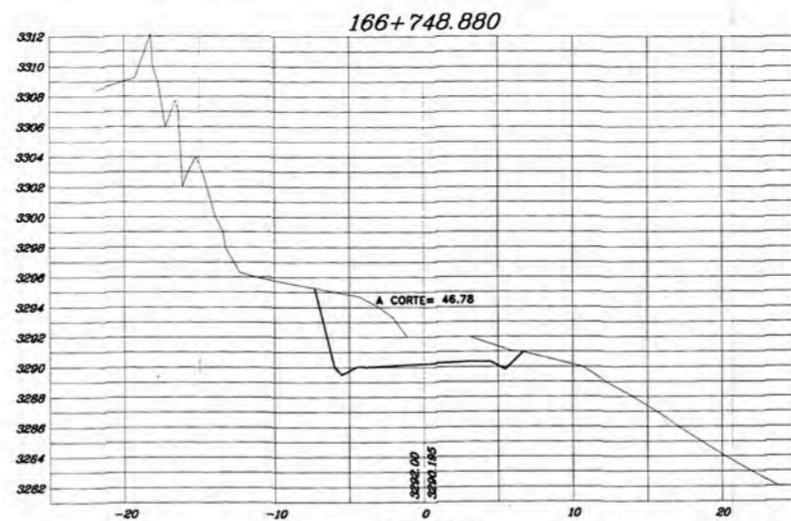
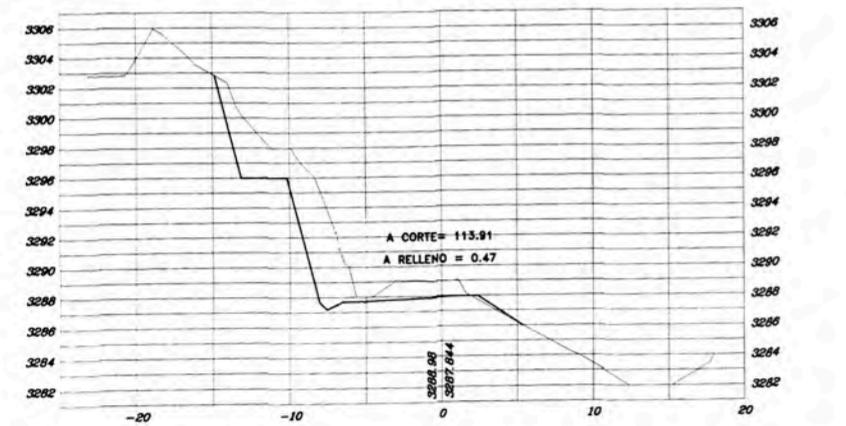
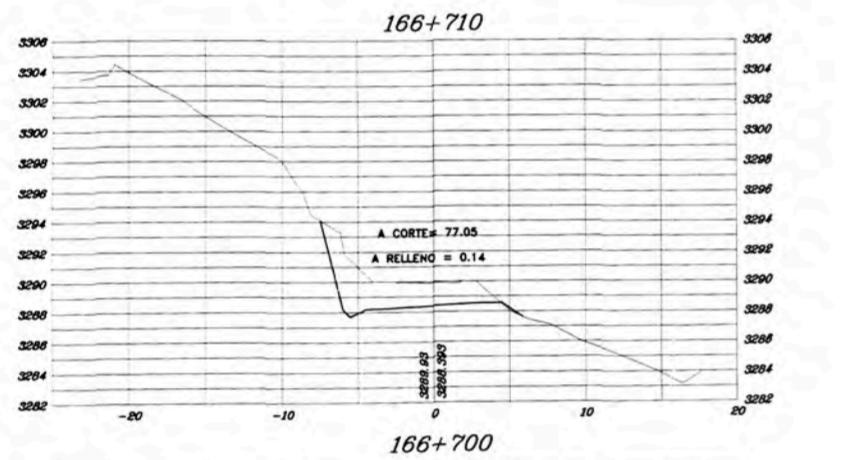
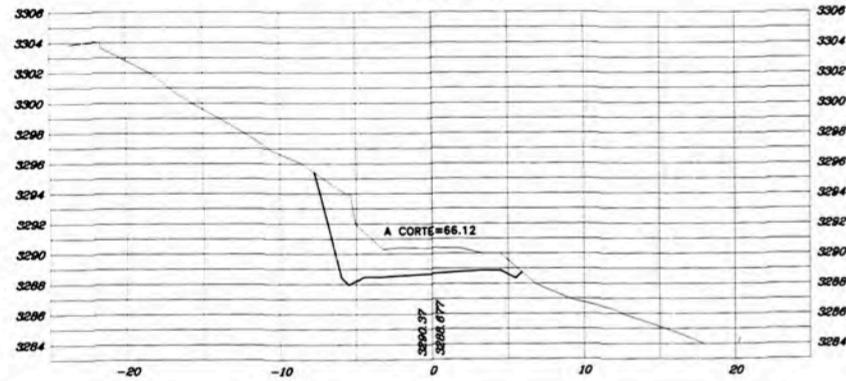
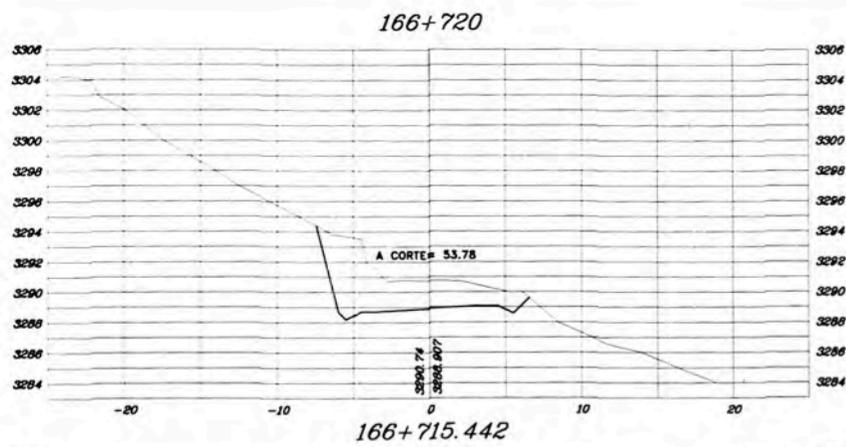
PLANO:	DISPOSICION GENERAL	ESCALA:	INDICADA
		FECHA:	MAYO
		CÓDIGO:	DS-01

km 166+500 - km 166+800



SECCIONES TRANSVERSALES
ESC:1/500

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
TITULACION PROFESIONAL POR ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTO	
AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS-HUANCAYO DEL km 166+500 - km 166+800	
PLANO:	SECCIONES
ESCALA: INDICADA	FECHA: MAYO
CÓDIGO: DS-02	km 166+500 - km 166+800



SECCIONES TRANSVERSALES
ESC: 1/500



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TITULACION PROFESIONAL POR ACTUALIZACION
DE CONOCIMIENTO

AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA
CAÑETE-YAUYOS-HUANCAYO DEL
km 166+500 - km 166+800

PLANO:
SECCIONES

km 166+500 - km 166+800

ESCALA: INDICADA

FECHA: MAYO

CÓDIGO:

DS-03

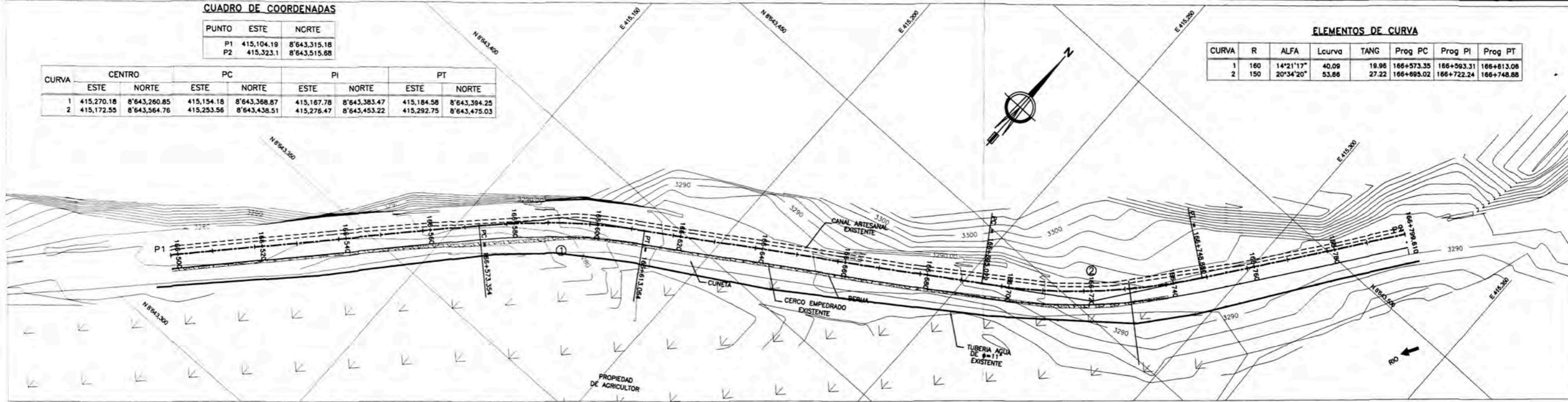
CUADRO DE COORDENADAS

PUNTO	ESTE	NORTE
P1	415,104.19	8'643,315.18
P2	415,323.1	8'643,515.68

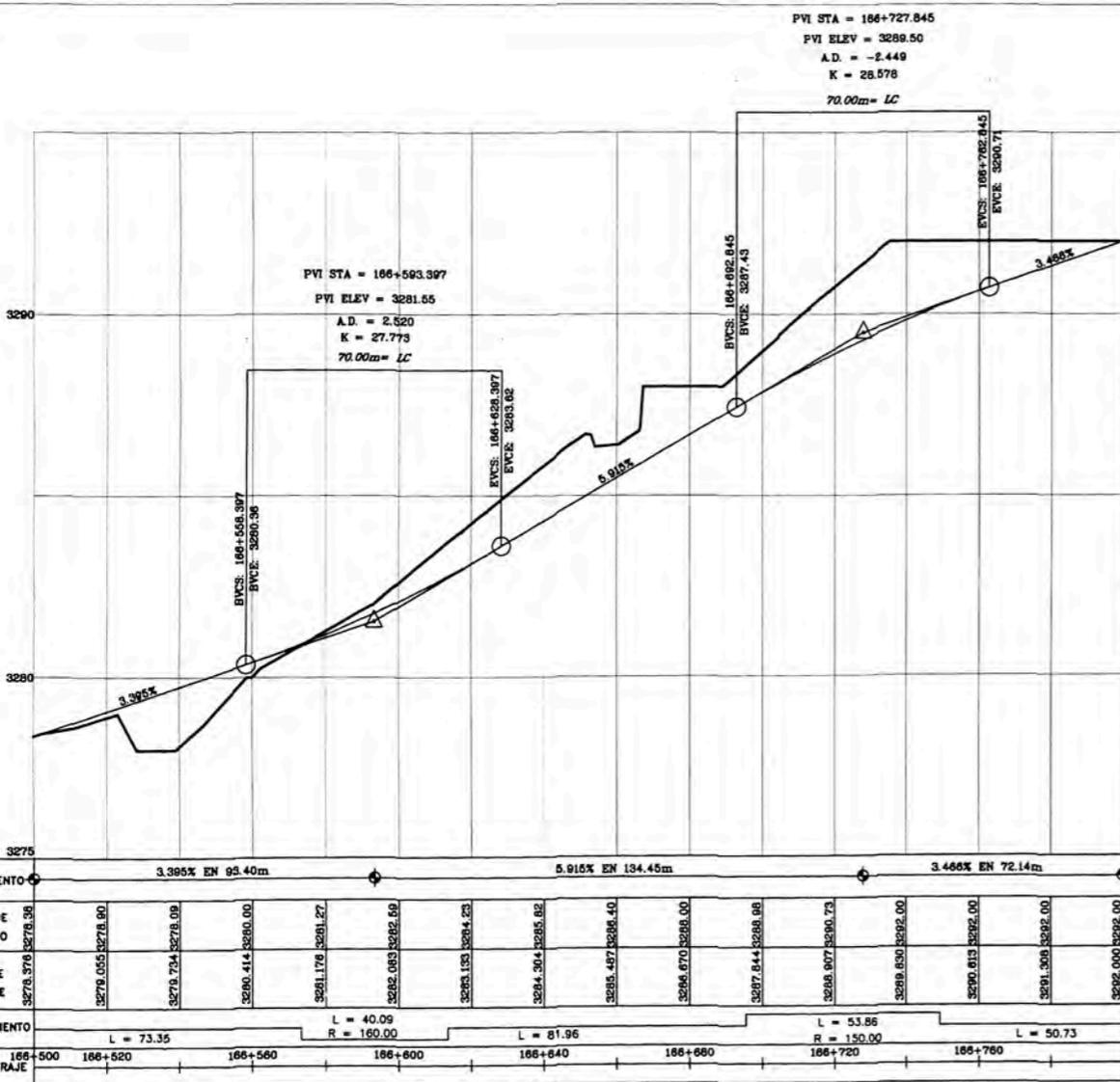
CURVA	CENTRO		PC		PI		PT	
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
1	415,270.18	8'643,260.85	415,154.18	8'643,368.87	415,167.78	8'643,383.47	415,184.58	8'643,394.25
2	415,172.55	8'643,564.76	415,253.56	8'643,438.51	415,276.47	8'643,453.22	415,292.75	8'643,475.03

ELEMENTOS DE CURVA

CURVA	R	ALFA	Lcurva	TANG	Prog PC	Prog PI	Prog PT
1	160	14°21'17"	40.09	19.96	166+573.35	166+593.31	166+613.06
2	150	20°34'20"	53.86	27.22	166+695.02	166+722.24	166+748.88

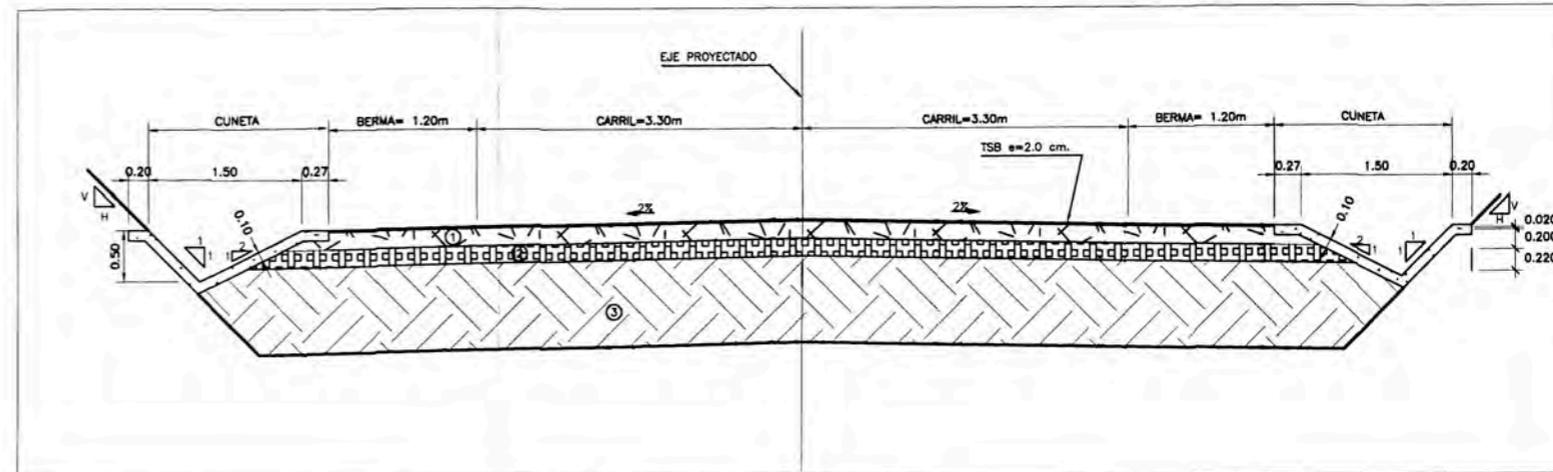


PLANTA
1:1000



PERFIL LONGITUDINAL

ESC. H=1:2000
V=1:200



SECCION TÍPICA PLATAFORMA
5/E

LEYENDA

- ① BASE GRANULAR
- ② SUB-BASE GRANULAR
- ③ TERRENO DE FUNDACION



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TITULACION PROFESIONAL POR ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTO

AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CAÑETE-YAUYOS-HUANCAYO DEL km 166+500 - km 166+800

PLANO:

PLANTA Y PERFIL

km 166+500 - km 166+800

ESCALA: INDICADA

FECHA: MAYO

CÓDIGO: DS-04