

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



**MONITOREO DE SERVICIABILIDAD DE LA CARRETERA
CAÑETE - YAUYOS DEL KM. 79+00 AL KM. 84+000
GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTABILIDAD DE TALUDES**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

CHRISTIAN JOEL FALLA CRUZADO

Lima- Perú

2009

ÍNDICE

ÍNDICE	1
RESUMEN	3
LISTA DE CUADROS.....	4
LISTA DE FIGURAS.....	5
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS.....	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO I	
RESUMEN DEL PERFIL	8
1.1 NOMBRE DEL PROYECTO.....	8
1.2 ASPECTOS GENERALES.....	8
1.3 IDENTIFICACIÓN.....	10
1.4 FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN.....	13
1.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	21
CAPÍTULO II	
GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTABILIDAD DE TALUDES	22
2.1 ORIENTACIÓN DEL ESTUDIO.....	22
2.2 GEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO	22
2.2.1 Geológico Regional.....	23
2.2.2 Estratigrafía.....	25
2.2.3 Geología Estructura	26
2.2.4 Geodinámica Interna.....	27
2.2.5 Geodinámica Externa.....	27
2.2.6 Geología Local.....	28
2.2.7 Sismicidad.....	29
2.3 GEOTÉCNICA DEL ÁREA DE ESTUDIO	31
2.3.1 Generalidades.....	31
2.3.2 Calicata.....	31
2.3.3 Ensayos de Laboratorio.....	31
2.3.4 Áreas de Préstamo – Canteras.....	32
2.3.5 Área de Botadero.....	33

2.4	EVALUACIÓN DE ESTABILIDAD DE TALUDES.....	33
2.4.1	Generalidades.....	33
2.4.2	Objetivo del Estudio	33
2.4.3	Metodología.....	34
2.4.4	Análisis de Taludes en el Tramo de Estudio.....	35

CAPÍTULO III

CONSERVACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES.....	47	
3.1	EFFECTOS GEOLÓGICOS EN TALUDES.....	47
3.1.1	Principios Físicos Generales.....	47
3.2	CAUSAS DE LA INESTABILIDAD DE LOS TALUDES.....	48
3.3	TIPOS DE FALLAS EN LA INESTABILIDAD.....	49
3.4	ESTABILIZACIÓN DE TALUDES.....	53
3.4.1	Sistemas de Alternativas de Solución.....	53
3.4.2	Costos y Especificaciones Técnicas.....	58
3.5	CONTROL DURANTE Y DESPUÉS DE ESTABILIZACIÓN.....	59

CONCLUSIONES.....	67
--------------------------	-----------

RECOMENDACIONES.....	68
-----------------------------	-----------

BIBLIOGRAFÍA.....	69
--------------------------	-----------

ANEXOS.....	70
--------------------	-----------

ANEXO N° 1: EVALUACIÓN ECONÓMICA

ANEXO N° 2: CARTA GEOLÓGICA (TUPE 26-L)

ANEXO N° 3: PANEL FOTOGRÁFICO DE CALICATA

ANEXO N° 4: ENSAYO DE LABORATORIO - CALICATA

ANEXO N° 5: ENSAYO DE LABORATORIO - CANTERA RÍO CAÑETE

ANEXO N° 6: EXPEDIENTE TÉCNICO

RESUMEN

El presente Informe de Suficiencia tiene como finalidad la identificación y comportamiento preliminar de las formaciones rocosas por las cuales atraviesa el tramo de 5 Km. en estudio correspondiente entre las progresivas 79+000 y 84+000 de la Red Vial R-22 correspondiente a la Carretera Cañete-Yauyos; con la finalidad de identificar sectores críticos, en referencia a los taludes existentes en la margen izquierda de la vía, que nos dará la pauta inicial para desarrollar el estudio de la estabilidad de taludes.

Este documento trata sobre la identificación y los conceptos de la Geología y la Geotecnia, lo cual es base para el análisis y las posteriores propuestas de solución para la Estabilidad de Taludes.

El tramo de estudio se encuentra básicamente sobre Depósitos Cuaternarios Aluviales Recientes (Qr-al) en la mayor parte del tramo. A partir del Km. 83+500 se aprecia la formación de rocas intrusivas correspondientes a la Súper Unidad Catahuasi (T-gdt-c, T-a). El material aluvial mal clasificado consiste en gravas, arenas y limo arcillosos; las gravas y cantos tienen formas subredondeadas a redondeadas y composición variada; las rocas intrusivas que afloran en el área de estudio presentan una litología que está constituida básicamente por la Granodiorita y la Tonalita.

Posteriormente al reconocimiento y la evaluación de la estabilidad de los taludes mediante las observaciones de campo, ensayos de laboratorio y labores de gabinete, se identificaron los sectores críticos, taludes inestables y demás procesos de geodinámica de incidencia o riesgo sobre la vía, y se estimó su tratamiento correctivo con las respectivas obras de control, anulación y/o mitigación, desarrollando el Análisis de Estabilidad de Taludes por tramos de homogeneidad litomorfo-estratigráfica, en suelos, a fin de proponer métodos de estabilización.

LISTA DE CUADROS

CUADRO N° 1.1 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA.....	10
CUADRO N° 1.2 TRAMO DE ESTUDIO Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN....	13
CUADRO N° 1.3 IMD AL 2008.....	13
CUADRO N° 1.4 IMD PROYECTADO AL 2009.....	14
CUADRO N° 1.5 COSTOS FINANCIEROS DE INVERSION.....	16
CUADRO N° 1.6 COSTOS FINANCIEROS DE MANTENIMIENTO.....	16
CUADRO N° 1.7 FACTOR DE CONVERSION ECONÓMICO.....	17
CUADRO N° 1.8 COSTOS OPERATIVOS VEHICULARES (COV).....	17
CUADRO N° 1.9 COSTOS DE INVERSIÓN Y MANTENIMIENTO SIN PROYECTO, CON PROYECTO POR ALTERNATIVAS.....	18
CUADRO N° 1.10 VALOR ACTUAL NETO DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO (ALTERNATIVA 1).....	18
CUADRO N° 1.11 VALOR ACTUAL NETO DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO (ALTERNATIVA 2).....	19
CUADRO N° 1.12 VALOR ACTUAL NETO DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO (ALTERNATIVA 3).....	19
CUADRO N° 1.13 TRÁFICO GENERADO: 100% DEL TRÁFICO NORMAL.....	20
CUADRO N° 1.14 TRÁFICO GENERADO: 20% DEL TRÁFICO NORMAL.....	20
CUADRO N° 2.1 UBICACIÓN DEL TRAMO EN ESTUDIO.....	22
CUADRO N° 2.2 RESUMEN DEL REGISTRO DE CALICATA.....	31
CUADRO N° 2.3 RESUMEN DE ENSAYOS Y CLASIFICACIÓN DE SUELO....	32
CUADRO N° 2.4 DESCRIPCIÓN DEL BOTADERO.....	33
CUADRO N° 2.5 TALUDES DE CORTE.....	36

LISTA DE FIGURAS

FIGURA N° 1.1 ESQUEMA DE LA RED NACIONAL R22.....	8
FIGURA N° 1.2 IDENTIFICACIÓN DEL TRAMO EN ANÁLISIS.....	9
FIGURA N° 2.1 ESQUEMA DE UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS.....	23
FIGURA N° 2.2 ESQUEMA GEOLOGIA LOCAL.....	28
FIGURA N° 2.3 ZONIFICACION SISMICA DEL PERÚ.....	29
FIGURA N° 2.4 INTENSIDADES SISMICAS A NIVEL NACIONAL.....	30
FIGURA N° 3.1 COLOCACION DEL SHOTCRETE.....	54
FIGURA N° 3.2 ESQUEMA DE MALLA DE GUIADO DE PIEDRAS.....	54
FIGURA N° 3.3 COLOCACION DE MALLA DE GUIADO DE PIEDRAS.....	55
FIGURA N° 3.4 SISTEMA DE REDES DE CABLE.....	56
FIGURA N° 3.5 FUNCIONABILIDAD DE REDES DE CABLE.....	56
FIGURA N° 3.6 FUNCIONABILIDAD DE SEMBRADO DE TALUDES.....	57
FIGURA N° 3.7 DISEÑO DE TALUDES MULTIPLES.....	58

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

AASHTO	Asociación Americana de Agencias Oficiales de Carreteras y Transportes.
ASTM	Sociedad Americana de Ensayos de Materiales.
CBR	Relación de Soporte de California.
SM	Arena Limosa.
GLB	Global.
IGV	Impuesto General a las ventas.
IMD	Índice Medio Diario.
INEI	Instituto Nacional de Estadística e informática.
INGEMMET	Instituto Nacional Geológico Minero y Metalúrgico.
Km.	Kilómetro.
MTC	Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
m	Metro.
m ²	Metro Cuadrado.
m ³	Metro Cúbico.
mm.	Milímetros.
PBI	Producto Bruto Interno.
Qr-al	Depósitos Aluviales Recientes.
SNIP	Sistema Nacional de Inversiones Públicas.
SUCS	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.
S ₀	Desviación Estándar Total.
t	Tasa de Crecimiento Vehicular.
T-gdt-c, T-a	Súper Unidad Catahuasi.
Ti-t	Formación Tantará.
TIR	Tasa Interna de Retorno.
UTM	Universal Transversal de Mercator
VAN	Valor Actual Neto.

INTRODUCCION

El presente Informe de Suficiencia tiene como objetivo principal de que la carretera Cañete–Yauyos tenga una buena transitabilidad, protegiendo a la carretera de que no se obstruya por deslizamiento de terrenos y evitar accidentes causados por derrumbes; así también, los objetivos específicos son el de evaluar y diagnosticar zonas con potencial de derrumbes de los taludes y proponer alternativas para la estabilización de los mismos.

El Capítulo I del presente informe hace una descripción resumida del Estudio de Perfil, en el cual se detallan los aspectos generales y ubicación del proyecto “Monitoreo de Serviciabilidad de la Carretera Cañete-Yauyos del Km. 79+000 al Km. 84+000”; posteriormente se hace un diagnóstico de la situación actual, así como un análisis de las causas y efectos con los que se señalan los objetivos y se plantean las alternativas correspondientes.

El Capítulo II, representa la estructura del presente informe ya que está orientado al estudio de los suelos por los cuales atraviesa el proyecto de la vía, con la finalidad primordial de identificar sectores críticos, que dará la pauta inicial para desarrollar el estudio de la estabilidad de taludes. Este capítulo presenta las características geológicas de la zona, identificando y desarrollando la geomorfología y la estratigrafía del área regional y local en estudio, describiendo las propiedades y características de los suelos que intervienen en el proyecto. En la parte de geotecnia se presenta todos los resultados y los ensayos de laboratorio que se realizaron a una calicata perteneciente al tramo estudiado. Finalmente, se realiza toda una descripción correspondiente a la evaluación de los taludes básicamente de carácter geotécnico mediante las observaciones de campo, ensayos de laboratorio y labores de gabinete; a la vez que se proponen las alternativas de solución para cada caso.

El Capítulo III, describe conceptos básicos geológicos y físicos que se han de considerar para el análisis de la estabilización de taludes, así mismo, las causas y los tipos de fallas más frecuentes en los taludes. Luego, se presentan los diferentes sistemas de alternativas de solución para la estabilización de los taludes. Finalmente se hace referencia a la metodología de control durante y después de estabilización de los taludes.

CAPITULO I RESUMEN DEL PERFIL

1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

“Monitoreo de Serviabilidad de la Carretera Cañete-Yauyos del Km. 79+000 al Km. 84+000”

1.2 ASPECTOS GENERALES

El proyecto consiste en el monitoreo de serviabilidad de la carretera Cañete-Yauyos. La vía forma parte de la Red Vial Nacional R22, siendo esta una vía importante para el desarrollo socio-económico de los usuarios.

La Red Vial Nacional R22 se proyecta como una ruta alterna entre los departamentos de Lima y Junín, la cual ayudará a aligerar el tránsito vehicular de carga y pasajeros de la Carretera Central, permitiendo el transporte continuo y seguro durante la temporada de máximo flujo vehicular. La Figura N° 1.1 muestra el esquema de la carretera.

FIGURA N° 1.1 ESQUEMA DE LA RED NACIONAL R22



Fuente: MTC

Los centros poblados que se benefician son: Lunahuaná, Pacarán, Zúñiga, Ayauca, Carania, Catahuasi, Chocos, Colonia, Laraos, Alis, Tomas, Yauyos, Chambara, San José de Quero, Ahuac, Huachac y Chupaca.

UBICACIÓN

El tramo en estudio se encuentra ubicado en el Distrito de Catahuasi de la Provincia de Yauyos, Departamento de Lima, como puede identificarse en la Figura N° 1.2.

El inicio del tramo de la carretera se ubica entre la coordenada UTM 403,276 E – 8'584,899 N correspondiente a la progresiva 79+000 hasta la coordenada 400,045 E – 8'587,062 N correspondiente a la progresiva 84+000 de la Zona 18, Datum WGS 84. La altitud del área del proyecto varía desde los 1,168 m.s.n.m. hasta los 1,278 m.s.n.m.

FIGURA N° 1.2 IDENTIFICACIÓN DEL TRAMO EN ANÁLISIS



Fuente: Elaboración propia.

1.3 IDENTIFICACION

A. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACION ACTUAL

La actual Carretera Central, debido a que alberga gran parte de la demanda vehicular de la ciudad de Lima, se encuentra con un elevado volumen de tráfico, además del bajo nivel socioeconómico de la población involucrada en el área de influencia de la vía en estudio, son los motivos que generan la propuesta del proyecto.

El bajo nivel de transitabilidad de la carretera Cañete – Yauyos, genera altos costos de transporte, altos tiempos de viaje, no brinda accesibilidad a los usuarios de esta y tiene inadecuadas condiciones de seguridad, por lo que se puede decir que la vía no ofrece una buena serviciabilidad.

El estudio consta de un tramo de 5 Km., cercano a Zúñiga, que va desde el Km. 79 al Km. 84, con IMD 53 y superficie de rodadura a nivel de trocha carrozable. El Cuadro N° 1.1 presenta las características principales de la vía en estudio.

CUADRO N° 1.1 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA

Tramo	Vía	Long.	Dpto.	Región	Topografía
1	Lunahuaná- Pacarán	15,270	Lima	Costa	Ondulada
2	Pacarán- Zúñiga	4,150	Lima	Costa	Ondulada
3	Zúñiga- Magdalena	72,600	Lima	Sierra	Accidentada
4	Magdalena-	135,130	Lima-Junín	Sierra	Accidentada
5	Ronchas-Chupaca	16,600	Junín	Sierra	Accidentada

B. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA Y SUS CAUSAS

PROBLEMA CENTRAL

El problema central es su bajo nivel de transitabilidad lo cual contribuye al aislamiento de los pueblos ubicados a lo largo de la carretera, lo que trae como consecuencia el retraso en su desarrollo social y económico.

CAUSAS

Causas Indirectas:

- Inadecuado mantenimiento rutinario Vial.
- Insuficiente señalización vial.
- Inadecuado sistema de drenaje.
- Insuficiente sección vial en algunos sectores.
- Pendientes pronunciadas.

Causa Directa:

- Vía en bajas condiciones de transitabilidad.

Efectos Indirectos:

- Limitado acceso del flujo vehicular.
- Disminución del nivel de las actividades de la población.

Efectos Directos:

- Aumento de los costos de transporte.
- Aumento de los tiempos de viaje.
- Aumento de mermas en la carga.
- Escasa actividad económica.

Todos estos efectos contribuyen a un efecto final expresado como: “el bajo desarrollo socio-económico, productivo y del nivel de vida de la población”.

C. OBJETIVO DEL PROYECTO



Objetivos Directos

Vista la problemática, el objetivo que plantea el proyecto es “Mejorar el nivel de transitabilidad que facilite la integración de la población”.

Medios Fundamentales:

Los medios necesarios para alcanzar el objetivo son:

- Adecuado mantenimiento rutinario Vial.
- Suficiente señalización vial.
- Adecuado sistema de drenaje.
- Suficiente sección vial en algunos sectores.
- Pendientes allanadas.

Medios de Primer Nivel:

- Vía en mejores condiciones de transitabilidad.

Fin Directo:

- Incremento de actividad económica.
- Disminución de los tiempos de Viaje.
- Disminución de los costos de transporte.
- Disminución de mermas en la carga.

Fin Indirecto:

- Mayor acceso del flujo vehicular
- Aumento del nivel de las actividades de los productores

D. ALTERNATIVAS DE SOLUCION

Las alternativas de intervención que se sugieren y se desprenden del análisis anterior son las siguientes:

ALTERNATIVA 1: Mejoramiento del tramo a nivel de mortero asfáltico (slurry seal), e implementación de un mantenimiento rutinario durante el horizonte del proyecto y el mantenimiento periódico.

ALTERNATIVA 2: Mejoramiento del tramo a nivel de tratamiento superficial bicapa de 1" de espesor, e implementación de un mantenimiento rutinario durante el horizonte del proyecto y el mantenimiento periódico.

ALTERNATIVA 3: Mejoramiento del tramo a nivel de carpeta asfáltica en caliente de 2" de espesor, e implementación de un mantenimiento rutinario durante el horizonte del proyecto y el mantenimiento periódico.

En el cuadro 1.2 se muestra un resumen del tramo de estudio y las alternativas de solución.

CUADRO 1.2 TRAMO DE ESTUDIO Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Tramo	Inicio	Fin	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
1	Km 79+000	Km 84+000	Slurry seal	TSB 1"	Carpeta asfáltica 2"

Fuente: Elaboración propia

1.4 FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN

A. HORIZONTE DEL PROYECTO

Para la elaboración del estudio a nivel de perfil, según lo indicado en los Términos de Referencia, el horizonte del proyecto se ha planteado para 7 años.

B. ANALISIS DE LA DEMANDA

La demanda de viajes en el tramo en cuestión está determinada por el estudio del tráfico que se presenta en el cuadro de demanda de la carretera al año 2008, ver cuadros N° 1.3 y 1.4.

CUADRO N° 1.3 IMD AL 2008

ESTACIÓN	TRAMO	IMD (2008)
Dv. Yauyos	Zúñiga-Dv. Yauyos	53

Fuente: Estudio de Tráfico 2008 – CGC

CUADRO N° 1.4 IMD PROYECTADO AL 2009

Tipo Vehículo	Zúñiga - Dv. Yauyos
	IMD(2009)
Auto	3
Camioneta	19
Camioneta Rural	4
Micro	-
Omnibus	8
Camión 2E	10
Camión 3E	12
Articulados	-

Fuente: Elaboración propia

Para la proyección del tráfico utilizaremos los indicadores macroeconómicos, expresados en tasas de crecimiento y otros parámetros relacionados, que permiten determinar las tasas de crecimiento del tráfico. Estos parámetros son la tasa de crecimiento anual del PBI nacional y la tasa de crecimiento anual de la población.

C. PROYECCIÓN DEL TRÁFICO NORMAL

Para la proyección del tráfico de vehículos pesados se utilizará como criterio la tasa de crecimiento anual del PBI nacional (5,00%). Como el proyecto se encuentra ubicado en los departamentos de Lima y Junín las mismas que cuentan con las tasas de crecimiento anual de la población de 3,5% y 2,1% respectivamente, al promediar se obtiene 2,80%, que servirá para la proyección del tráfico de vehículos ligeros y del transporte público.

D. TRÁFICO GENERADO

El tráfico generado está relacionado al aumento del tráfico debido al Cambio de Estándar. El cálculo del tráfico generado se ha considerado como un 100% del tráfico normal.

E. TRÁFICO TOTAL

El tráfico total está compuesto por el tráfico normal y generado, asumiendo el año 2011 como inicio de operación de la carretera.

Ver: **ANEXO N° 1 EVALUACION ECONOMICA**

CUADRO N° 1.4.1 ÍNDICES UTILIZADOS EN LA PROYECCIÓN DEL TRÁFICO

CUADRO N° 1.4.2 PROYECCIÓN DEL TRÁFICO (IMD) DEL 2008 AL 2009

CUADRO N° 1.4.3 COMPOSICIÓN VEHICULAR DEL IMD AL 2009

CUADRO N° 1.4.4 PROYECCIÓN DEL TRÁFICO (IMD) DEL 2009 AL 2016

F. ANÁLISIS DE LA OFERTA

La oferta vial existente se detalla a continuación (información recabada del inventario vial):

- Carretera a nivel de Afirmado en mal estado.
- Pendiente longitudinal variable entre 1 a 9%
- Los anchos de la calzada existente varían entre 3 m y 6.6 m.
- No existen bermas a los lados del camino.
- Inadecuado drenaje longitudinal, cuneta en tierra casi colmatada. La cuneta es artesanal de 0.50m. de ancho.
- Inadecuado drenaje transversal (alcantarillas y badenes en mal estado).

G. BALANCE OFERTA-DEMANDA

El balance de Oferta-Demanda determina la interacción entre el flujo de vehículos que circulan y la capacidad vial que tiene la vía, que se verá reflejada en una adecuada transitabilidad de los vehículos y en sus costos operativos.

Cabe señalar, que la población beneficiaria con el proyecto son todos los habitantes residentes en las vías colindantes y adyacentes del proyecto (directo e indirecto), que hacen uso de los servicios de transporte para su desplazamiento, como también para el traslado de sus mercancías. Frente a la demanda descrita y la oferta vial existente, se plantea el Cambio de Estandar de la carretera en base a las siguientes características principales del Proyecto:

TRAMO: Zúñiga – Yauyos (Km. 79+000 al Km. 84+000)

Clasificación Vial:	Carretera de 3ra Clase
Velocidad Directriz:	30 Km./hr
Radio Mínimo:	30 m.
Peralte Máximo:	8 %

H. COSTOS

Los costos de inversión y mantenimiento se han basado en la recopilación de información de proyectos similares y banco de datos de proyectos viales del SNIP. Los factores utilizados para convertir los costos de inversión y los costos de mantenimiento a costos económicos son 0.79 y 0.75 respectivamente.

Se considera que el proyecto vial se ejecutará en el periodo de un año (2010). La tasa social de descuento será el 11%. El cuadro 1.5 muestra un resumen de los costos de inversión mientras que el cuadro 1.6 presenta los costos de mantenimiento, utilizados en la evaluación económica.

De esta manera, el Cuadro 1.7 muestra los resúmenes de costos económicos de inversión y mantenimiento de las alternativas analizadas.

CUADRO N° 1.5 COSTOS FINANCIEROS DE INVERSION

ANALISIS DE COSTOS	REGION	US\$ x Km
Slurry Seal	Costa	130,000.00
TSB (1")	Costa	225,000.00
CAC (2")	Costa	471,499.28

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 1.6 COSTOS FINANCIEROS DE MANTENIMIENTO

ANALISIS DE COSTOS	TIPO	US\$ / Km * año
Afirmado	Rutinario	8,300.60
	Periódico (cada 3 años)	24,901.80
Slurry Seal	Rutinario	8,318.00
	Periódico (cada 3 años)	20,685.15
TSB	Rutinario	6,654.40
	Periódico (cada 3 años)	16,548.12
CAC	Rutinario	2,830.00
	Periódico (cada 3 años)	8,852.00

Fuente: Elaboración Propia

Todos estos Costos de Inversión serán castigados por los siguientes factores de conversión económica:

CUADRO N° 1.7 FACTOR DE CONVERSION ECONÓMICO

Factor de Conversión Económico	
Inversión	0.79
Mantenimiento	0.75

I. BENEFICIOS

Los beneficios del proyecto están representados por el ahorro de costos de operación vehicular, tiempos de viaje y en el mantenimiento con respecto a la situación sin proyecto.

La estimación de los beneficios del proyecto, se realizará en función al Método del Ahorro en Costos de Operación Vehicular (COV) y los ahorros en el mantenimiento de la vía.

Para realizar la Evaluación Económica del Proyecto se necesita el flujo de Beneficios y Costos Incrementales del Proyecto, el cual se obtiene como la diferencia de los flujos de beneficios y costos entre la situación con proyecto y sin proyecto (situación base) por alternativa de solución en cada tramo.

CUADRO N° 1.8 COSTOS OPERATIVOS VEHICULARES (COV)

Tipo de Vehículo	Costos Operativos Vehiculares (COV)			
	(US\$ Veh/Km)			
	Sin Proyecto	Mejoramiento	Mejoramiento	Mejoramiento
	Afirmado	Slurry Seal	TSB	Asfaltado
Estado Malo	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	
Auto	0.53	0.24	0.24	0.22
Camioneta	0.7	0.25	0.25	0.24
Camioneta Rural	1.09	0.51	0.51	0.47
Ómnibus	1.48	0.56	0.56	0.53
Camión 2E	2.49	0.72	0.72	0.58
Camión 3E	2.95	0.93	0.93	0.79
Articulados	3.29	1.15	1.15	1.03

Fuente: Elaboración Propia

J. EVALUACION

Se ha realizado una evaluación económica para tres alternativas, resultando la alternativa 1 la más conveniente, pues es técnica y económicamente factible. En el cuadro 1.9 se muestran los costos de inversión y mantenimiento por alternativa y estado del proyecto; en los cuadros 1.10, 1.11 y 1.12 se muestran los indicadores económicos del tramo correspondiente a las alternativas de solución planteadas.

CUADRO N° 1.9 COSTOS DE INVERSIÓN Y MANTENIMIENTO SIN PROYECTO, CON PROYECTO POR ALTERNATIVAS

Año	Sin Proyecto	Mejoramiento	Mejoramiento	Mejoramiento
	Afirmado	Slurry Seal	TSB	Asfaltado
	Estado Malo	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
2010	31,127.25	513,500.00	888,750.00	1,862,422.17
2011	31,127.25	31,192.50	24,954.00	10,612.50
2012	93,381.75	31,192.50	24,954.00	10,612.50
2013	31,127.25	77,569.31	62,055.45	33,195.00
2014	31,127.25	31,192.50	24,954.00	10,612.50
2015	93,381.75	31,192.50	24,954.00	10,612.50
2016	31,127.25	77,569.31	62,055.45	33,195.00

CUADRO N° 1.10 VALOR ACTUAL NETO DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO (ALTERNATIVA 1)

Año	Ahorro por Costos Mantenimiento	Ahorro por reducción de COV	Flujo Neto del Proyecto
2010	-482,372.75	-	-482,372.75
2011	-65.25	194,608.88	194,543.63
2012	62,189.25	211,116.00	273,305.25
2013	-46,442.06	227,623.13	181,181.06
2014	-65.25	244,130.25	244,065.00
2015	62,189.25	260,637.38	322,826.63
2016	-46,442.06	277,144.50	230,702.44

VAN (US\$)	522,888.49
TIR	41.73%
B/C	1.02

CUADRO N° 1.11 VALOR ACTUAL NETO DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO (ALTERNATIVA 2)

Año	Ahorro por Costos Mantenimiento	Ahorro por reducción de COV	Flujo Neto del Proyecto
2010	-857,622.75	-	-857,622.75
2011	6,173.25	194,608.88	200,782.13
2012	68,427.75	211,116.00	279,543.75
2013	-30,928.20	227,623.13	196,694.93
2014	6,173.25	244,130.25	250,303.50
2015	68,427.75	260,637.38	329,065.13
2016	-30,928.20	277,144.50	246,216.30

VAN (US\$)	185,771.75
TIR	17.88%
B/C	0.21

CUADRO N° 1.12 VALOR ACTUAL NETO DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO (ALTERNATIVA 3)

Año	Ahorro por Costos Mantenimiento	Ahorro por reducción de COV	Flujo Neto del Proyecto
2010	-1,831,294.92	-	-1,831,294.92
2011	20,514.75	206,553.50	227,068.25
2012	82,769.25	224,100.88	306,870.13
2013	-2,067.75	241,648.25	239,580.50
2014	20,514.75	259,195.63	279,710.38
2015	82,769.25	276,743.00	359,512.25
2016	-2,067.75	294,290.38	292,222.63

VAN (US\$)	-648,646.00
TIR	-1.92%
B/C	-0.35

K. ANALISIS DE SENSIBILIDAD

En el análisis de sensibilidad se ha realizado considerando el aumento y disminución de los costos de inversión y el aumento de los beneficios a través del incremento del tráfico generado para las 3 alternativas planteadas, obteniéndose los siguientes resultados:

Ver: **ANEXO N° 1 EVALUACION ECONOMICA**

CUADRO N° 1.13 TRÁFICO GENERADO: 100% DEL TRÁFICO NORMAL

CUADRO N° 1.14 TRÁFICO GENERADO: 20% DEL TRÁFICO NORMAL

L. SOSTENIBILIDAD

La sostenibilidad de este proyecto está dada principalmente por el adecuado mantenimiento que debe darse a la nueva infraestructura. Teniendo en cuenta que es una vía componente de la red vial nacional, la conservación estaría a cargo del Gobierno Central.

Con el mejoramiento de la vía vendría un incremento de circulación vehicular, lo que provocaría un vínculo económico entre las regiones de Lima, Junín e Ica (de manera indirecta); gobiernos que estarán dispuestos a darle la debida importancia para la realización del proyecto.

M. ELECCIÓN DE ALTERNATIVA MAS CONVENIENTE

Realizada la evaluación económica a precios sociales del proyecto, se determina que la alternativa más favorable desde el punto de vista social es la alternativa N° 1 con una Tasa Interna de Retorno de 41.73%, Valor Actual Neto de US\$ 522,888.49 dólares americanos.

1.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se puede observar de la evaluación económica que el tramo en estudio no resultaría rentable si solo consideramos el aspecto económico, sin embargo, considerando la importancia que tendría en otros aspectos como el social, geopolítico, etc., los cuales dado el momento serían de vital importancia.

Esta ruta podría resultar rentable si se evaluara en forma global considerando así una mayor longitud lo cual permitiría incorporar un tráfico desviado de la Carretera Central.

Del análisis económico se obtiene que ninguna de las alternativas será rentable, a menos que se considere un tráfico generado superior al 100%. A pesar de ello se recomienda llevar a cabo el proyecto porque contribuiría al desarrollo e integración de los poblados pertenecientes al área de influencia. También contribuiría a aliviar el problema de la congestión en la Carretera Central.

La alternativa más conveniente debido a una mejor condición para el transporte es la alternativa N° 1, en la cual se contempla el Slurry Seal. Esto se cumple bajo los supuestos de costos de inversión estimados y considerando que el tráfico generado llega a ser el 100% lo cual contribuye a los beneficios del proyecto.

El análisis de sensibilidad concluye que este proyecto en particular es poco sensible a las variaciones de costo de inversión y tráfico, esto debido a la longitud del tramo.

Teniendo en cuenta los resultados anteriores se recomienda que se prosiga con los estudios de pre-inversión a nivel de factibilidad, en el cual se contemplen de manera más detallada las alternativas por tramos y se emplee información primaria y actualizada del tráfico (IMD).

Se recomienda realizar encuestas de origen destino de la Carretera Central a fin de determinar el tráfico desviado para la Carretera Cañete – Yauyos.

CAPITULO II

GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTABILIDAD DE TALUDES

2.1 ORIENTACION DEL ESTUDIO

Está orientado a la identificación y comportamiento preliminar de las formaciones rocosas por las cuales atraviesa el proyecto 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 dará la pauta inicial para desarrollar el estudio de la estabilidad de taludes.

2.2 GEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO

UBICACIÓN Y ACCESO

Políticamente el tramo 79+000 al 84+000 se ubica en el departamento de Lima, provincia de Yauyos a una altitud promedio de 1,200 msnm aproximadamente. De acuerdo a la Carta Geológica Nacional, se encuentra en el cuadrángulo de Tupe (hoja 26-L). El Cuadro N° 2.1 muestra la ubicación del tramo en estudio.

CUADRO N° 2.1 UBICACIÓN DEL TRAMO EN ESTUDIO

Tramo	Progresiva	Coordenadas UTM	Altitud (msnm)
Inicio	79+000	403,276 E – 8'584,899 N	1,168
Fin	84+000	400,045 E – 8'587,062 N	1,278

La ruta de acceso es a través de la Carretera Cañete-Yauyos hasta llegar al poblado de Catahuasi (Km 78+805).

CLIMA

Se tiene un clima Sub-Húmedo y Cálido, con un promedio anual de precipitaciones pluviales de 336 mm. La temperatura media anual llega a los 18°C.

DRENAJE

El área donde se emplaza el tramo está cortada hacia la vertiente del Pacífico por el río Cañete.

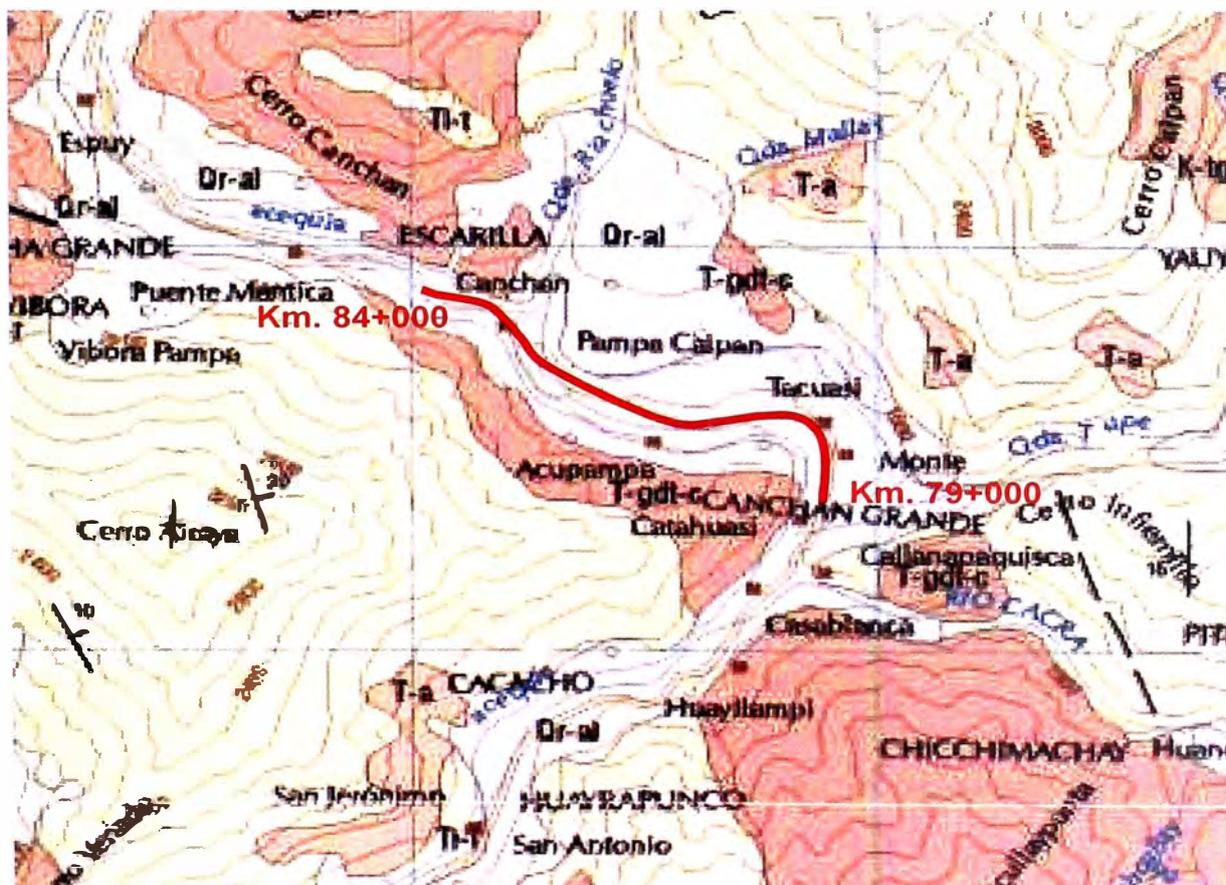
2.2.1 GEOLÓGICO REGIONAL

En base los estudios geológicos del Boletín N° 44, Geología del los Cuadrángulos de Mala, Lunahuaná, Tupe, Conayca, Chíncha, Tantarà y Castrovirreyna y la hoja del cuadrángulo Tupe (26-L) elaborados por INGEMMET, se describe la formación geología del área de estudio.

En el tramo de estudio se encuentra básicamente sobre Depósitos Cuaternarios Aluviales Recientes (Qr-al) en la mayor parte del tramo. A partir del Km. 83+500 se aprecia la formación de rocas intrusivas correspondientes a la Súper Unidad Catahuasi (T-gdt-c, T-a) sucesión de intrusiones que afloran a ambos lados del río Cañete cuya litología está constituida por la Granodiorita, Tonalita y Andesita. Existe también la Formación Tantarà (Ti-t), que rodea toda el área de estudio.

La Figura N° 2.1 muestra el esquema de las formaciones litográficas descritas. El Anexo N° 2 presenta el mapa geológico del cuadrángulo de Tupe (hoja 26-L).

FIGURA N° 2.1 ESQUEMA DE UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS



Fuente: INGEMMET



- ① Qr-al
- ② T-gd-t
- ③ Ti-t

GEOMORFOLOGÍA

Está constituida en el Flanco Disectado Andino. Se caracteriza, en forma general, por una topografía abrupta entre las estribaciones del frente andino y el borde del altiplano. En esta unidad destacan cadenas de cerros continuos o aislados que incrementando progresivamente en altitud y relieve se suceden a lo largo del frente andino y a ambos lados de los valles que corren del altiplano a la costa.

Esta unidad geomorfológica está intensamente disectada por los ríos principales que descienden del altiplano a la costa, generalmente con tendencia Este a Oeste y por sus numerosos tributarios, que han labrado valles profundos y encañonados que se hacen más amplios a medida que se aproximan a la faja costanera.

2.2.2 ESTRATIGRAFÍA

En el área de estudio se presentan las siguientes unidades:

Formación Tantará (Ti-t)

Se describe con el nombre de Formación Tantará a una gruesa secuencia volcánica que yace con discordancia angular sobre las unidades formacionales del Mesozoico y la formación Casapalca e infrayacen en aparente concordancia a la secuencia volcánico sedimentaria de Sacsaquero. Estas rocas volcánicas tienen su mejor distribución en las partes altas del flanco occidental andino y exposiciones menores en algunas áreas del altiplano.

La Formación Tantará está compuesta por derrames andesíticos, riódacíticos y dacíticos de color gris y pardo violáceo; con texturas porfírica y a veces afaníticas. En forma subordinada y esporádica presentan intercalaciones de brechas andesíticas a dacíticas y tobas andesíticas a riolíticas; también se encuentran delgados horizontes de limolita, arenisca con material volcánico y aglomerados volcánicos con fragmentos pequeños de andesitas y dacitas. En conjunto la secuencia muestra pseudo estratificación en capas medianas a gruesas con cierta lenticularidad.

DEPÓSITOS CUATERNARIOS

Se presenta el siguiente depósito clasificado por su origen:

Depósitos Aluviales (Qr-al)

Estos depósitos están ampliamente distribuidos en la región estudiada. Está representado por el cono de deyección del río Cañete. Generalmente conforman un manto continuo por estar los conos aluviales anastomosados, algunas veces cubiertos por depósitos eólicos.

En el valle se presenta formando terrazas que alcanzan los 50 m. sobre el actual nivel del río. El material aluvial mal clasificado consiste en gravas, arenas y limo arcillosos; las gravas y cantos tienen formas subredondeadas a redondeadas y composición variada. El grosor de los depósitos aluvionales varía desde pocos metros en las playas de inundación de los ríos hasta los 60m. en la terraza localizada en los flancos de los valles y quebradas principales.

Específicamente en el área de estudio presentan una morfología estratificada y son por lo general profundos; su textura es variable, presentando por lo general

fracciones gruesas dentro y sobre del perfil. Su drenaje interno es bueno y su fertilidad natural es media.

ROCA INTRUSIVAS (Zona Marginal Oriental del Batolito)

Coincide con los afloramientos de las secuencias volcanoclásticas del Terciario al este de Zuñiga (río Cañete) y al Este del fundo Yanacpampa (río de San Juan). En esta franja fue identificada la agrupación plutónica con características definidas:

Súper Unidad Catahuasi (T-gdt-c, T-a)

Sucesión de intrusiones que afloran a ambos lados del río Cañete entre Canta Gallo en la parte meridional y la hacienda Yaca en extremo septentrional y cuyo nombre proviene del pueblo de Catahuasi; el plutón principal está constituido por la tonalita-granodiorita Catahuasi-Capillucas. Otros cuerpos notables son los monzogranitos-granitos que se observa entre Azángaro-Totora, donde han atravesado a las granodioritas de Tiabaya así como a la secuencia del Cretáceo. Estas rocas se emplazaron durante el Oligoceno tardío a Mioceno Temprano. Específicamente en el área de estudio la litología está constituida por la Granodiorita y la Tonalita por un lado y Andesita.

El Anexo N° 2 presenta el perfil estratigráfico del cuadrángulo de Tupe (26-L).

2.2.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURA

En el sector andino presenta gran numero de fallas y pliegues longitudinales (siguiendo el rumbo de los estratos) originados por esfuerzos de compresión, que disturbaron las unidades litológicas del Jurásico y Cretáceo. En general estas estructuras afectan el área presentando mayor cantidad de detritos, pendientes desfavorables al corte e inestabilidad de taludes.

FALLAS

Se presentan sobre escurrimientos a 3 Km. aguas arriba del poblado de Canchan, cuyo rumbo general es NorOste-SurEste. También se presenta una Falla Interferida a 2 Km. al este del poblado de Catahuasi también con rumbo general de NorOste-SurEste.

2.2.4 GEODINÁMICA INTERNA

Los elementos principales del régimen sismo tectónico que afectan el área de estudio son:

- La Zona de Subducción a lo largo de la Costa del Perú por interacción entre la Placa Oceánica de Nazca con la Placa Continental Sudamericana, y
- Fallas Tectónicas Continentales activas que afectan la Cordillera de los Andes.

Dentro del Mapa sísmico del Perú (Instituto Geofísico del Perú), el área de estudio a lo largo de la vía se encuentra dentro de una zona de sismos probables de 8 a 9 grados en la escala de Mercalli (modificada intensidad) en la parte costera y 5 a 7 en la parte andina.

2.2.5 GEODINÁMICA EXTERNA

Son fenómenos activos o potenciales dentro del área de interés, condicionados a factores hidrológicos, fenómenos de meteorización, fallas y pliegues de las masas rocosas. Las cuales describimos a continuación:

Erosión de laderas

Involucra varios fenómenos que puedan dividirse en erosión de zanjas profundas, remoción de escombros de talud, erosión de mantos.

Erosión fluvial

Es el desgaste que producen las fuerzas hidráulicas de un río que actúa sobre sus márgenes y en el fondo de los cauces con variados efectos colaterales.

Deslizamientos

Es la ruptura pendiente abajo y hacia afuera, de pequeñas a grandes masas de suelos, rocas, rellenos artificiales o combinaciones de éstos en un talud natural o artificial. Caracterizándose por presentar necesariamente un plano de falla a lo largo del cual se produce el movimiento que puede ser lento o violento.

Desprendimiento de roca

Son caídas violentas de fragmentos rocosos de diversos tamaños, en forma libre, por pérdida de cohesión. Ocurren en pendientes empinadas, de

afloramientos rocosos muy fracturados y/o meteorizados, así como en taludes de suelos que contengan fragmentos rocosos en bloques sueltos sobre laderas.

2.2.6 GEOLOGIA LOCAL

El tramo 79+000 al 84+000 se encuentra sobre Depósitos Aluviales y Rocas Intrusivas. La Figura N° 2.2 presenta los 2 tipos de unidades características por la que atraviesa el tramo.

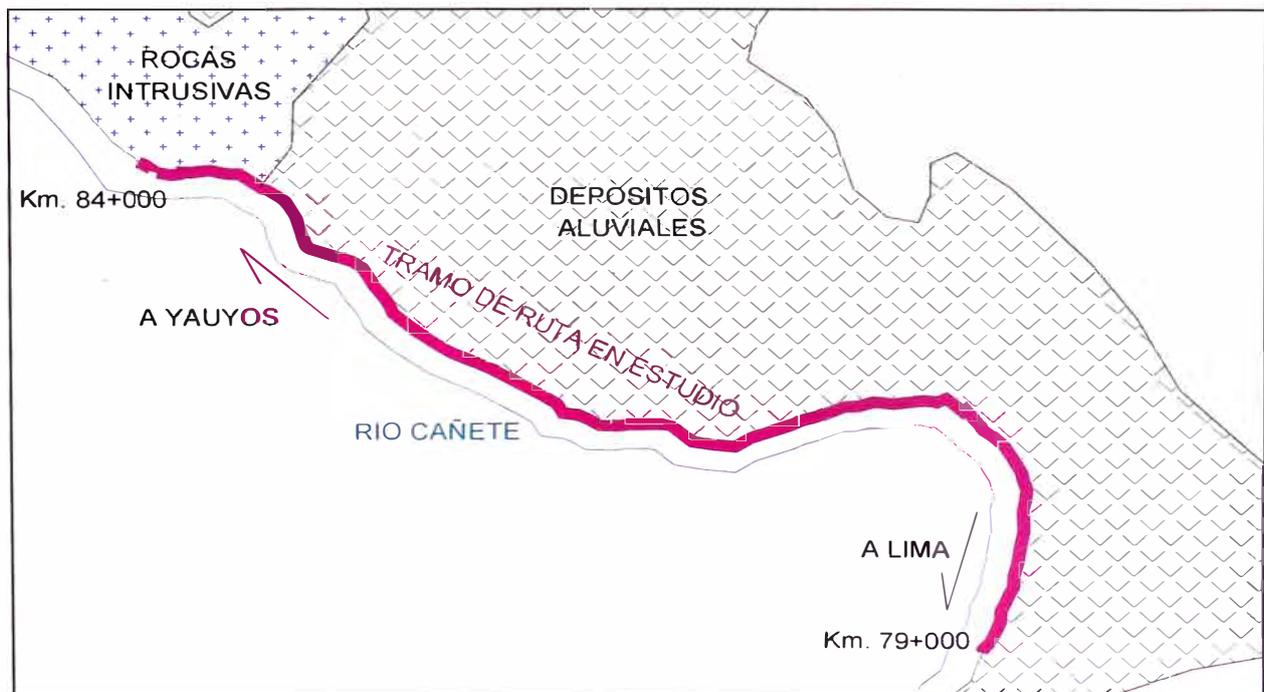
Depósitos Aluviales

Estos depósitos están ampliamente distribuidos en la región estudiada. El material aluvial mal clasificado consiste en gravas, arenas y limo arcillosos; las gravas y cantos tienen formas subredondeadas a redondeadas y composición variada. Presentan una morfología estratificada y son por lo general profundos; su textura es variable, presentando por lo general fracciones gruesas dentro y sobre del perfil. Su drenaje interno es bueno y su fertilidad natural es media.

Rocas Intrusivas

Afloran a ambos lados del río Cañete aunque principalmente al margen derecho de la vía. En el área de estudio la litología está constituida por la Granodiorita y la Tonalita.

FIGURA N° 2.2 ESQUEMA GEOLOGIA LOCAL



Fuente: Propia

2.2.7 SISMICIDAD

El Perú es considerado como una de las regiones de más alta actividad sísmica. 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 estudio.

ZONIFICACION SISMICA

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 Norma de Diseño Sismo resistente E-030 del Reglamento Nacional de Construcciones. En la figura N° 2.3, se aprecia que el área de estudio se encuentra comprendida en la zona 3, que es clasificada como zona de alta sismicidad.

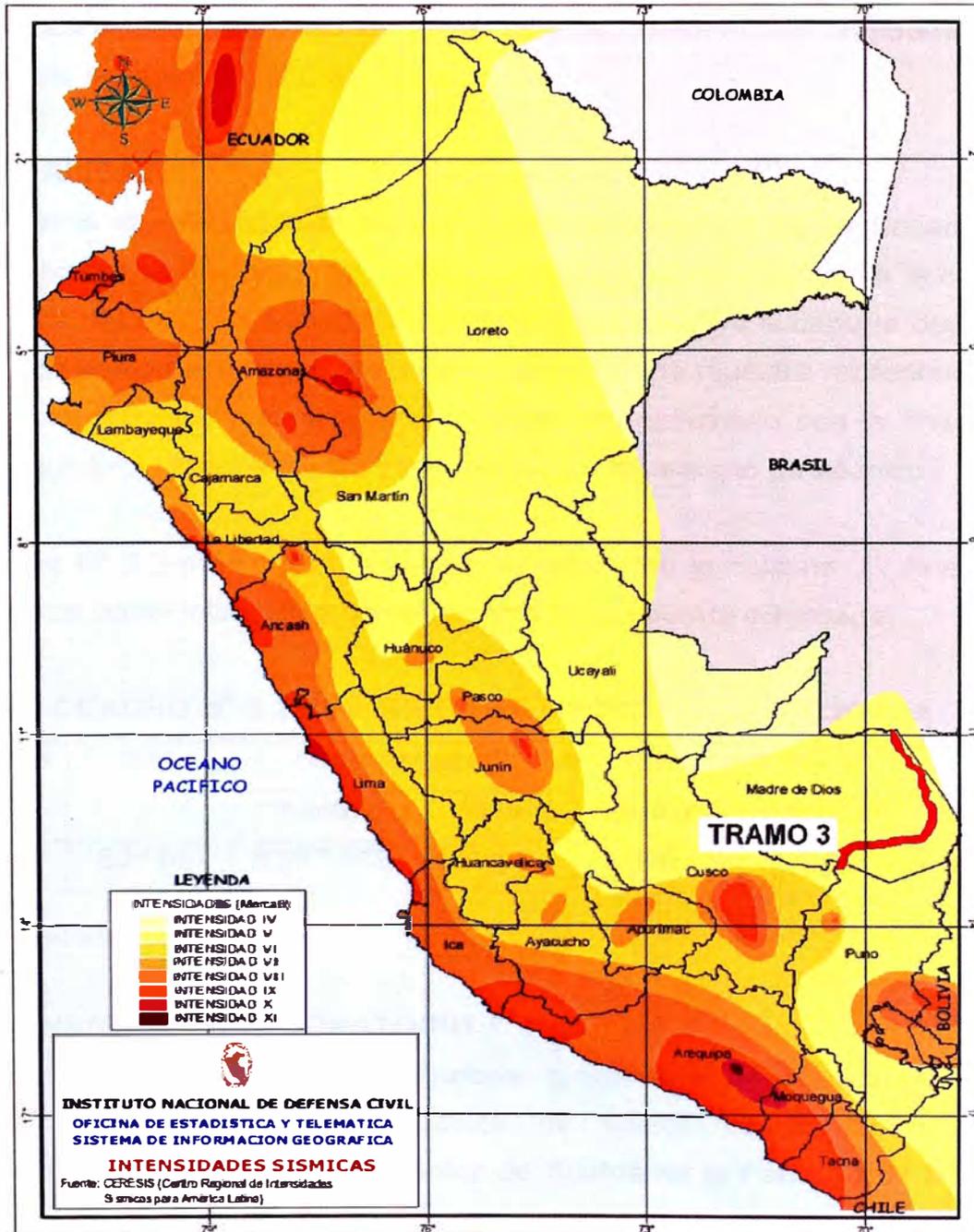
FIGURA N° 2.3 ZONIFICACIÓN SISMICA DEL PERÚ



INTENSIDAD

La Carta de Intensidades Sísmicas publicada por el Instituto de Defensa Civil, muestra que nuestra zona en estudio se encuentra catalogada con intensidades de VII y VIII en la escala de Mercalli.

FIGURA N° 2.4 INTENSIDADES SISMICAS A NIVEL NACIONAL



2.3 GEOTÉCNIA DEL TRAMO EN ESTUDIO

2.3.1 GENERALIDADES

Para la realización de este estudio, la Facultad de Ingeniería Civil programó la investigación geotécnica a lo largo del tramo en estudio; el cual coincide con el trazo existente de la carretera. Esta investigación consiste en la ejecución de una calicata, así como el muestreo representativo de los materiales de sub-rasante, y posteriores ensayos de laboratorio.

2.3.2 CALICATA

El programa de investigación de campo se desarrolló el 05 de Setiembre del 2009, habiéndose efectuado una calicata, con la finalidad de evaluar la condición geotécnica del material superficial. En la calicata se llevó a cabo la descripción del tipo de suelo encontrado. Asimismo, se tomo una muestra representativa, la cual fue identificada y almacenada en bolsa de polietileno con la finalidad de obtener sus propiedades físicas y mecánicas en laboratorio geotécnico.

El Cuadro N° 2.2 muestra el resumen de detalle de la calicata. El Anexo N° 3 presenta un panel fotográfico con el registro de la calicata efectuada.

CUADRO N° 2.2 RESUMEN DEL REGISTRO DE CALICATA

Calicata	Km	Coordenadas		Nivel Agua (m)	Nivel Roca (m)	Prof. Total (m)
		Norte	Este			
C-1	80+340	8'587,062	400,045	NE	1.00	1.00

Abreviaturas:

NE: No Encontrado

2.3.3 ENSAYOS DE LABORATORIO

Para la muestra representativa del material, proveniente de la calicata ejecutada, se efectuaron ensayos de mecánica de suelos en el laboratorio del Departamento Académico de Mecánica de Suelos de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, situado en la ciudad de Lima. Así, se realizaron ensayos de clasificación con el fin de evaluar las propiedades físicas de los materiales de sub-rasante del tramo, los cuales incluyen contenido de humedad, ensayo granulométrico y determinación de límites de plasticidad.

El material se caracteriza por presentar una granulometría de 38.0% de gravas, 45.9% de arenas y 16.1% de finos (ASTM-D422); no presenta índice de plasticidad; con un Límite Líquido de 19% (ASTM-D4318) y con una clasificación de suelo SM (SUCS) ó A-2 (AASHTO). El Cuadro N° 2.3 muestra un resumen de estos ensayos de Clasificación.

CUADRO N° 2.3 RESUMEN DE ENSAYOS Y CLASIFICACIÓN DE SUELO

Calicata	Muestra	Prof. (m)	Clasificación		Granulometría (%)		
			AASHTO	SUCS	Grava	Arena	Finos
C-1	M-1	1.00	A-2	SM	38.0	45.9	16.1

Todos los ensayos de laboratorio fueron llevados a cabo siguiendo los métodos de ensayo de la Sociedad Americana de Ensayos de Materiales (ASTM). El Anexo N° 4 muestra los certificados de los ensayos de laboratorio realizados.

2.3.4 ÁREAS DE PRÉSTAMO – CANTERAS

Las canteras se seleccionan en base a requerimientos de los materiales que se utilizarán para la ejecución de obra. Se describe la siguiente cantera:

Cantera Río Cañete (Km 85+250)

El material es típico de río (gravas redondeadas, cantos rodados), con 2.5% de material fino (menor de la malla # 200), sin plasticidad, con clasificación GW (SUCS) ó A-1a (0) (AASHTO), con ensayos especiales satisfactorios para ser utilizado en Concreto Asfáltico, Concreto Hidráulico, Base, Sub-base y Relleno. El Anexo N° 6 muestra los ensayos de laboratorio recopilados.

A continuación se muestra más detalles acerca de la cantera:

- Área de la cantera (m²): 10,000.00
- Espesor promedio de la cantera (m.): 1.50
- Volumen estimado de la cantera (m³): 15,000.00
- Rendimiento (%): 90.00
- Propietario: Estatal
- Acceso (m): 80.00

2.3.5 ÁREA DE BOTADERO

Es la zona más cercana al área de estudio, que puede ser utilizada como área de botadero de material excedente. El Cuadro N° 2.4 presenta la descripción del lugar donde se podrá depositar dicho material.

CUADRO N° 2.4 DESCRIPCIÓN DEL BOTADERO

Ubicación	Margen	Volumen (m ³)
87+000	DERECHA	120,000

Fuente: IGCSA

2.4 EVALUACIÓN DE ESTABILIDAD DE TALUDES

2.4.1 GENERALIDADES

Se realizó una evaluación básicamente de carácter geotécnico mediante las observaciones de campo, ensayos de laboratorio y labores de gabinete, determinando la composición, características de las diferentes estratificaciones de suelos en las que se emplaza el tramo en estudio de 5 kilómetros; todo esto, con el objeto de adoptar medidas correctivas y recomendaciones respectivas para que se garantice la estabilidad de los taludes en la vía, un tráfico regular y la seguridad necesaria para una buena transitabilidad.

2.4.2 OBJETIVO DEL ESTUDIO

El Estudio Geotécnico, tiene como objetivos principales, proporcionar la información básica que permita, primero, establecer las características geométricas de la vía, y segundo, cuantificar o estimar costos por concepto de obras relacionadas a la especialidad de geotecnia; de esta manera se busca:

- Conocer las características geomorfológicas por las que atraviesa el tramo en evaluación.
- Determinar las características geológicas de las diversas formaciones rocosas y/o suelos por los que se emplaza el tramo y sus características geotécnicas.

- Identificar y estudiar los sectores críticos, taludes inestables y demás procesos de Geodinámica Externa de incidencia o riesgo sobre la vía, y estimar su tratamiento correctivo con las respectivas obras de control, anulación y/o mitigación, a nivel de anteproyecto.
- Desarrollar un análisis de la estabilidad de los taludes por tramos de homogeneidad litomorfo-estratigráfica, en suelos, a fin establecer a nivel de anteproyecto, las respectivas medidas correctivas ya sean cortes de talud u obras de estabilización o contención.
- Analizar las condiciones de sensibilidad sísmica de la zona en estudio.

2.4.3 METODOLOGÍA

Se evaluará el tramo correspondiente al área de estudio del Km. 79+000 al Km. 84+000, en dos etapas:

ETAPA DE CAMPO

En esta etapa se realizaron actividades de campo in situ:

- Recorrido de la ruta y determinación de zonas críticas.
- Evaluación de la estratigrafía de los taludes existentes, determinando el tipo de material, la matriz predominante que gobierna la estabilidad de los taludes.

ETAPAS DE GABINETE

En esta etapa comprendió la recopilación, selección y evaluación de la información técnica, así mismo la bibliográfica disponible, y análisis de los problemas identificados:

- Caracterización geotécnica de acuerdo al material visto en campo.
- Evaluación de estabilidad de taludes en los puntos críticos identificados en el recorrido de campo.

2.4.4 ANÁLISIS DE TALUDES EN EL TRAMO DE ESTUDIO

Se denomina talud a toda superficie inclinada respecto de la horizontal que adopte permanentemente los macizos de suelo ó macizos de roca, sea en forma natural (laderas) ó artificial (corte).

Teniendo en cuenta la visita de campo, durante la investigación geotécnica, se considera que el tramo en estudio atraviesa depósitos cuaternarios aluviales y rocas intrusivas; así la evaluación de los taludes se ha realizado en toda la longitud del tramo, identificándose sectores de características homogéneas y evaluándolas de acuerdo a lo descrito en los capítulos anteriores:

- Taludes con caída inminente de bolonería o rocas.
- Desprendimientos leves a moderados de material.
- Posibilidad de caída de árboles.
- Erosión de plataforma.
- Caída de material fino-granular en taludes.

A. TALUDES CON CAÍDA INMINENTE DE BOLONERÍA O ROCAS

En éste caso existe la posibilidad de caída inminente de bolonería o fragmentos rocosos de diverso tamaño, en forma libre, saltos, rebote, y rodamiento por pérdida de la cohesión. Estas ocurren en pendientes empinadas y en taludes de suelos que contengan fragmentos rocosos o en bloques sueltos sobre laderas.

Este proceso se ha visto principalmente a lo largo de todo de tramo en estudio, se ha podido ver evidencias de caídas muy cercano a la plataforma y se ha podido distinguir varios bloques de roca o bolonería con inminente caída.

Los casos correspondientes se aprecian en las fotos desde la N° 1 hasta la N° 9.

Causas de su ocurrencia

Fuerte pendiente de los taludes y pérdida de cohesión, acción de la gravedad y movimientos sísmicos.

Medidas de corrección

Se ha evaluado in situ el riesgo de caída de rocas y se ha planteado las protecciones para cada caso.

Entre los casos adoptados se plantea el perfilado del talud, para lo cual se toma en cuenta el Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, en el que previo a la evaluación de la estabilidad, define la inclinación de los taludes expresada como la relación H:V, siendo H la distancia horizontal y V la altura vertical del talud.

Los taludes de corte dependen de la naturaleza del terreno y de su estabilidad, pudiendo utilizarse (a modo referencial) las relaciones de corte siguientes, los que son apropiados para los tipos de materiales (rocas y suelos) indicados en el cuadro N° 2.5.

CUADRO N° 2.5 TALUDES DE CORTE

CLASE DE TERRENO	TALUD (V: H)		
	H < 5	5 < H < 10	H > 10
Roca fija	10 : 1	(*)	(**)
Roca suelta	6 : 1 - 4 : 1	(*)	(**)
Conglomerados cementados	4 : 1	(*)	(**)
Suelos consolidados compactos	4 : 1	(*)	(**)
Conglomerados comunes	3 : 1	(*)	(**)
Tierra compacta	2 : 1 - 1 : 1	(*)	(**)
Tierra suelta	1 : 1	(*)	(**)
Arenas sueltas	2 : 1	(*)	(**)
Zonas blandas con abundante arcillas o zonas humedecidas por filtraciones	1 : 2 hasta 1 : 3	(*)	(**)

(*) Requiere banquetta o análisis de estabilidad

(**) Requiere análisis de estabilidad.

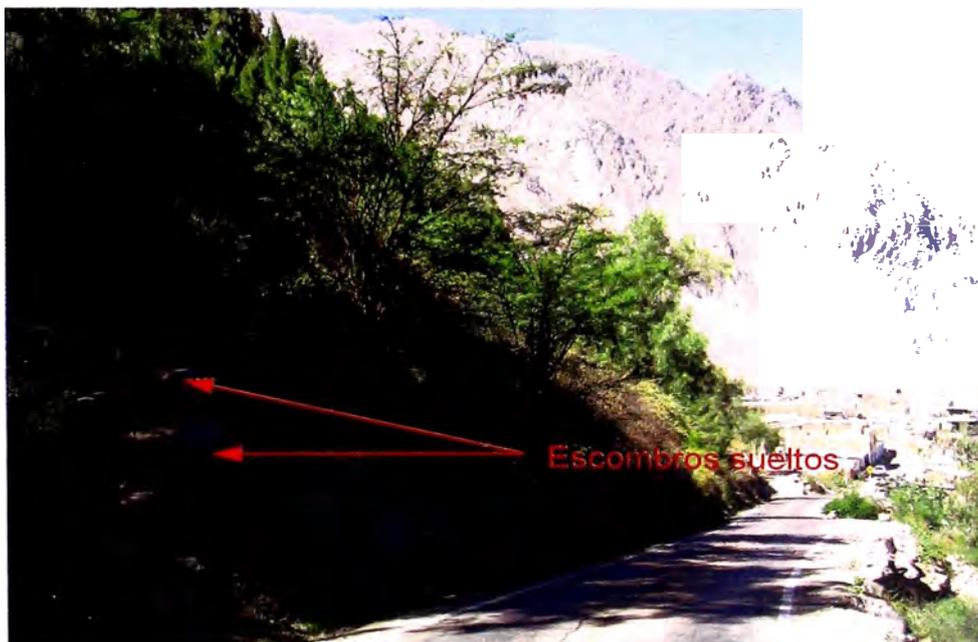
Nota: En algunos casos se presentan taludes de corte de 8 o 10:1, debiendo mantenerse o evaluarse estas posibilidades.

Foto N°1



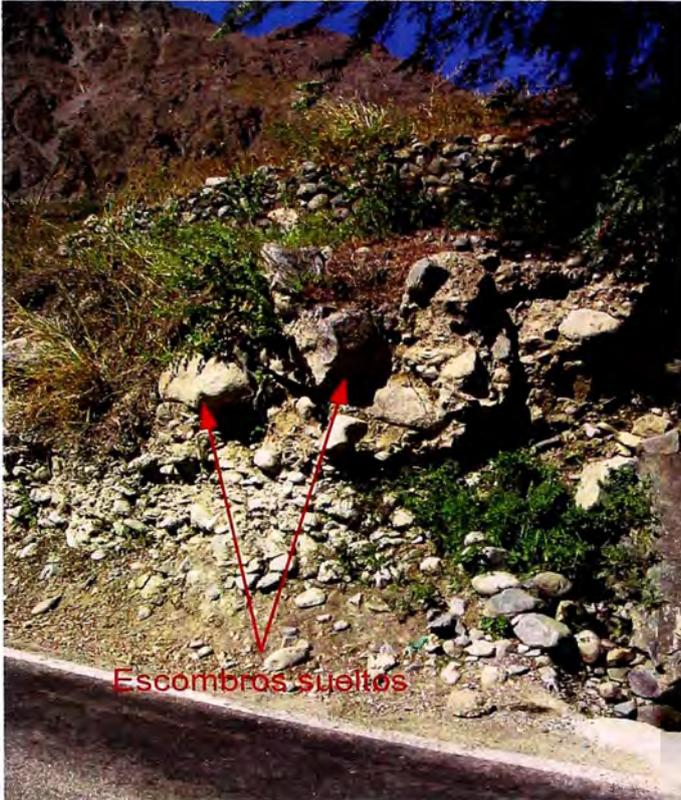
79+050 Corte en depósito de suelo aluvial, se aprecian fragmentos de roca y bolonerías de apreciable tamaño con posibilidad de caída a la plataforma. En éste caso se recomienda la remoción de fragmentos de rocas sueltos y el mantenimiento del talud mediante Shotcrete.

Foto N°2



79+150 Depósito de suelo aluvial, se aprecian fragmentos de roca y bolonerías de apreciable tamaño con posibilidad de caída a la plataforma. En éste caso se recomienda la remoción de fragmentos de rocas.

Foto N°3



79+380 Depósito de suelo aluvial, se aprecian fragmentos de roca y bolonerías de apreciable tamaño con posibilidad de caída a la plataforma. En éste caso se recomienda la remoción de fragmentos de rocas.

Foto N°4



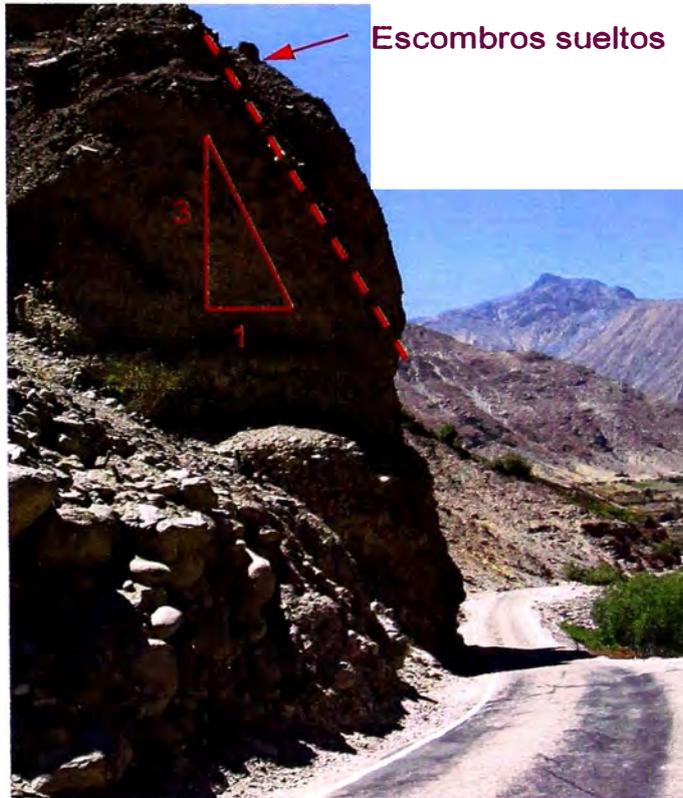
81+160 Depósito de suelo aluvial, se aprecian fragmentos de roca y bolonerías de apreciable tamaño con posibilidad de caída a la plataforma. En éste caso se recomienda el mantenimiento del talud mediante Shotcrete.

Foto N°5



81+250 Depósito de suelo aluvial, se aprecian fragmentos de roca y bolonerías en gran proporción y de apreciable tamaño con posibilidad de caída a la plataforma. En éste caso, dado el talud, la altura de la misma y la gran área que abarca se recomienda realizar remoción de algunos elementos y la posterior colocación de malla de guiado de piedras.

Foto N°6



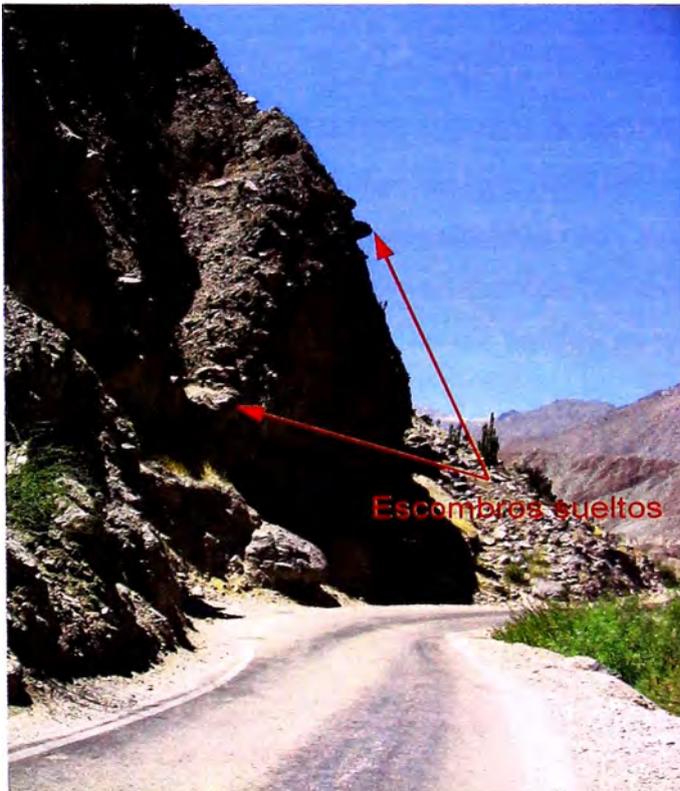
81+640 Depósito de suelo aluvial, se aprecian fragmentos de roca y bolonerías de poco pequeño y mediano tamaño con posibilidad de caída a la plataforma. En éste caso se recomienda un perfilado del talud y hacer el posterior mantenimiento del talud mediante Shotcrete.

Foto N°7



81+770 Depósito de suelo aluvial, se aprecian fragmentos de roca y bolonerías de mediano tamaño con posibilidad de caída a la plataforma. En éste caso se recomienda la remoción de los fragmentos de roca y bolonería y hacer el posterior mantenimiento del talud mediante Shotcrete.

Foto N°8



82+800 Depósito de suelo aluvial, se aprecian fragmentos de roca y bolonerías en gran proporción y de mediano tamaño con posibilidad de caída a la plataforma. En éste caso, dado el talud, la altura de la misma y la gran área que abarca se recomienda realizar remoción de algunos elementos y la posterior colocación de malla de guiado de piedras.

Foto N°9



82+850 Estrato de depósito de suelo aluvial, se aprecian fragmentos de roca y bolonerías de apreciable tamaño en los estratos del suelo, con posibilidad de caída a la plataforma mediante rodamiento. En éste caso se recomienda la colocación de una Malla de Contención a lo largo de la vía en todo el tramo comprendido, que es de aproximadamente 80 metros.

B. DESPRENDIMIENTOS LEVES A MODERADOS DE MATERIAL

En ésta caso se aprecian desprendimientos de material con fragmentos rocosos de mediano tamaño, deslizamiento por pérdida de la cohesión. Estos desprendimientos ocurren en puntos puntuales a lo largo de la vía en estudio. Se ha podido ver evidencias de caídas muy cercano a la plataforma.

Los casos correspondientes se aprecian en las fotos desde la N° 10 hasta la N° 12.

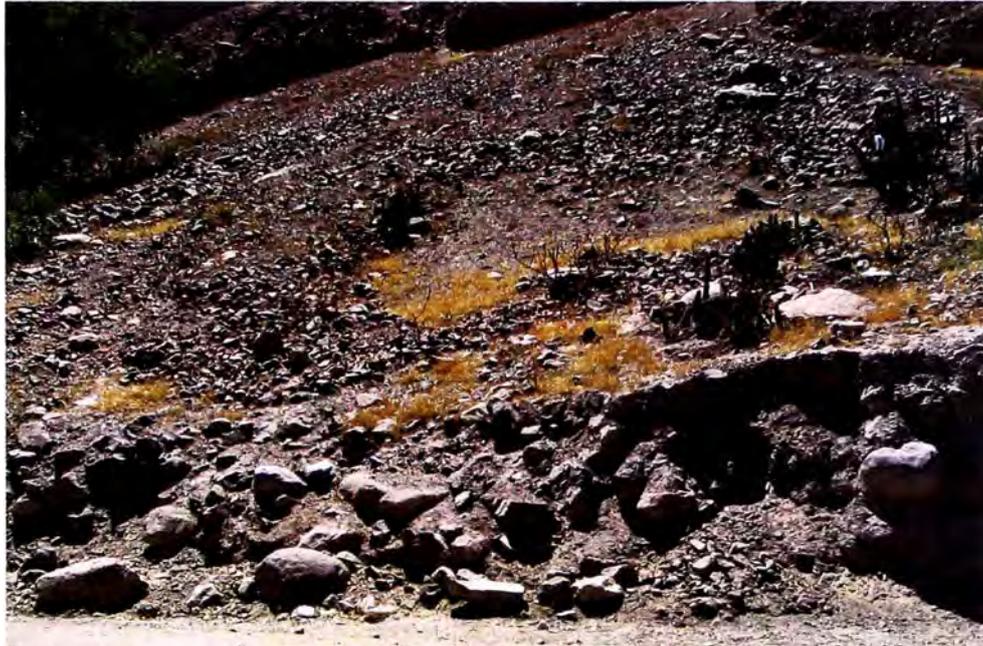
Causas de su ocurrencia

Pérdida de cohesión, acción de la gravedad y movimientos sísmicos.

Medidas de corrección

Se ha evaluado in situ el riesgo de los desprendimientos y se ha planteado las protecciones para cada caso.

Foto N°10



82+890 Área de depósito de suelo aluvial, se aprecian deslizamiento de material que incluyen fragmentos de roca y bolonerías con posibilidad de caída a la plataforma. En éste caso se recomienda la remoción de fragmentos de rocas sueltos y la construcción de un Muro de contención artesanal.

Foto N°11



83+370 Área de depósito de suelo aluvial, se aprecian deslizamiento de material que incluyen bolonerías con posibilidad de caída a la plataforma. En éste caso se recomienda la remoción de fragmentos de rocas sueltos y un perfilado del talud.

Foto N°12



83+980 Área de depósito de suelo aluvial, se aprecian deslizamiento de material que incluyen fragmentos de roca y bolonerías con posibilidad de caída a la plataforma. En éste caso se recomienda la remoción de fragmentos de rocas sueltos y la construcción de un Muro de contención artesanal.

C. POSIBILIDAD DE CAÍDA DE ÁRBOLES

Debido al corte del terreno para el trazo de la vía, se han dejado tramos con árboles y arbustos en el talud, cuyo suelo se ha ido erosionando originando que los mismos se encuentren en una situación de caída.

Los casos correspondientes se aprecian en las fotos desde la N° 13 hasta la N° 14.

Causas de su ocurrencia

Falta de suelo para en el cual las raíces de los árboles puedan agarrarse, así como la erosión del mismo suelo debido a flujos de agua, y a la gravedad, que hace visite las raíces que son la cimentación de los árboles.

Medidas de corrección

Se deberá evaluar la necesidad de realizar desbroces de los árboles que se encuentren con posibilidad de caída.

Foto N°13



80+340 Árbol con raíces descubiertas en el talud, se aprecia la erosión del suelo que servía como sostenimiento y agarre de las raíces del árbol y por ello la posibilidad de caída del mismo hacia la plataforma. Se recomienda la remoción del árbol y su posterior resembrado.

Foto N°14



83+940 Árbol con raíces descubiertas en el talud, se aprecia la erosión del suelo que servía como sostenimiento y agarre de las raíces del árbol y por ello la posibilidad de caída del mismo hacia la plataforma. Se recomienda la remoción del árbol y su posterior resembrado.

D. EROSIÓN DE PLATAFORMA

Es el desgaste que producen las fuerzas hidráulicas de un río o un canal natural que actúa sobre sus márgenes y en el fondo de los cauces con variados efectos colaterales, siendo en este caso el pie del talud inferior de la plataforma.

El caso correspondiente se aprecia en la foto N° 15.

Causas de su ocurrencia

Precipitaciones pluviales y por consiguiente incremento del caudal; acción directa de la componente horizontal y vertical de la fuerza erosiva de la corriente; grado de resistencia de las rocas y suelos que componen las márgenes de los cauces.

Medidas de corrección

Se deberá evaluar la necesidad de colocar protecciones ribereñas en el pie del talud o realizar la estabilizar mediante muros de sostenimiento.

Foto N°15



80+050 Plataforma de vía erosionada, se aprecia el desmoronamiento del talud debido a erosión, con posibilidad de caída a la plataforma mediante rodamiento. En éste caso se recomienda estabilizar el talud con un muro de sostenimiento elaborado artesanalmente y en lo posible con mampostería de piedra de 8 metros de largo aproximadamente.

E. CAIDA DE MATERIAL FINO-GRANULAR EN TALUDES

El área de estudio presenta una morfología estratificada y de textura variable, con buen drenaje interno y de fertilidad natural media, la cual hace posible la revegetación de la zona.

El caso correspondiente se aprecia en la foto N° 16.

Medidas de corrección

Debido a las características del suelo se plantea estabilizar el talud mediante el sembrado de vegetación.

Preferentemente, se deben usar especies locales nativas que tengan propiedades de crecimiento, resistencia, cobertura densa del terreno y raíces profundas.

Foto N°16



81+460 Se aprecia toda el área al cual podría darse una revegetación y de esa manera eliminar casi definitivamente el costo de mantenimiento y limpieza de todo este tramo de la vía.

CAPITULO III

CONSERVACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES

3.1 EFECTOS GEOLOGICOS EN TALUDES

En los taludes de carretera los principales causantes del deterioro son la gravedad, los cambios de temperatura, el agua y los elementos biológicos, todos ellos actúan de manera conjunta.

3.1.1 PRINCIPIOS FÍSICOS GENERALES

Como cualquier otro desplazamiento, la autotraslación de materiales en la vertiente queda regulada por todas las fuerzas implicadas, en este caso son el peso, el rozamiento y la cohesión material.

El peso contribuye al impulso, mediante su componente tangencial, y a la resistencia, mediante su componente normal o vertical.

El rozamiento está caracterizado por un coeficiente de rozamiento y un ángulo crítico. El valor del coeficiente de rozamiento depende del tipo de material, de su rugosidad, de la humedad y de la superficie expuesta a contacto.

La cohesión contribuye a la resistencia, es función de las características propias del material: composición, textura, compacidad y cementación. Dichas características pueden ser modificadas por causas extrínsecas que en general no duran mucho, además se pueden producir fenómenos como la presencia de poros, que pueden estar rellenos de agua o aire o el crecimiento de raíces. Estos fenómenos obligan a considerar una cohesión verdadera, la propia de cada material, y otra aparente en función de los condicionantes extrínsecos, pero la que nosotros tenemos que tener en cuenta es la efectiva.

LOS DESPRENDIMIENTOS

En un proceso extremadamente rápido, se corresponden con movimientos de porciones de terreno, rocoso o no, en forma de bloques aislados, o masivamente, siempre que, en una gran parte de sus trayectorias, desciendan por el aire en caída libre, volviendo a entrar en contacto con la topografía, donde se producirán saltos, rebotes y rodaduras.

LOS DESLIZAMIENTOS

Se definen como desplazamiento de masas de terreno, en estado sólido, por efecto de la gravedad y a favor de niveles de despegue. La masa se desplaza rígidamente, y aunque puede llegar a fragmentarse, se considera que lo hace como un bloque único.

3.2 CAUSAS DE LA INESTABILIDAD DE LOS TALUDES

Existen una serie de factores de los cuales depende la estabilidad de los taludes, tales son:

FACTORES GEOMORFOLÓGICOS

Topografía de los alrededores y geometría del talud.

Distribución de las discontinuidades y estratificaciones.

FACTORES INTERNOS

Propiedades mecánicas de los suelos constituyentes.

Estados de esfuerzos actuantes.

FACTORES CLIMÁTICOS Y EN ESPECIAL EL AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA

En general, las causas de los deslizamientos son por causas externas o internas. Las externas, producen aumento de los esfuerzos cortantes actuantes sin modificar la resistencia al esfuerzo cortante del material. El aumento de la altura del talud o el hacerlo más escarpado, son causas de este tipo, como también lo son la colocación de cualquier tipo de sobrecarga en la cresta del talud o la ocurrencia de sismos. Las internas, son los que ocurren sin cambio de las condiciones exteriores del talud. Estos disminuyen la resistencia al esfuerzo cortante del suelo constitutivo, el aumento de presión de poros o la disipación de la cohesión son causas de este tipo.

CAUSAS QUE PRODUCEN EL AUMENTO DE ESFUERZOS

Cargas externas, tales como construcciones y agua.

Aumento del peso de la tierra por aumento del contenido de humedad.

Remoción por socavación de una parte de la masa de suelo.

Socavaciones producidas por perforaciones de túneles, derrumbes de cavernas o erosión por filtración.

Choques producidos por terremotos o voladuras.

Grietas de tracción.

Presión de agua en las grietas.

CAUSAS QUE PRODUCEN DISMINUCIÓN DE LA RESISTENCIA

Expansión de Las arcillas por absorción de agua.

Presión de agua intersticial.

Destrucción de la estructura por vibraciones o actividad sísmica.

Fisuras capilares producidas por las alternativas de expansión y re-tracción o por tracción.

Deformación y falla progresiva en suelos sensibles

Deshielo de suelos helados o de lentes de hielo.

Deterioro del material cementante.

Pérdida de la tensión capilar por secamiento.

3.3 TIPOS DE FALLAS EN LA INESTABILIDAD

Los tipos de fallas más frecuentes en los taludes son los siguientes:

FALLA POR DESLIZAMIENTO SUPERFICIAL

Este tipo de falla se produce por la acción de las fuerzas naturales que tienden a hacer que las partículas y porciones del suelo próximas a su frontera deslicen hacia abajo. Este fenómeno es más intenso cerca de la superficie inclinada del talud debido a la ausencia de presión normal confinante.

Otras causas que pueden producir éste tipo de falla son: aumento de las cargas actuantes en la cresta del talud, disminución de la resistencia del suelo al esfuerzo cortante o en el caso de laderas naturales, razones de conformación geológica que escapen de un análisis local detallado.

Este fenómeno se pone de manifiesto por una serie de efectos notables, tales como la inclinación de los árboles debido al arrastre de las capas superiores del terreno, la inclinación de postes, movimientos relativos y ruptura de muros, acumulación de suelos en las depresiones y falta de los mismos en las zonas altas, etc.

Se pueden mencionar dos tipos de deslizamientos: el estacional, que afecta sólo la corteza terrestre, el cual soporta los cambios climáticos en forma de expansiones y contracciones, y el masivo que afecta a las capas más profundas y que es atribuido al efecto gravitacional.

DESLIZAMIENTO EN LADERAS NATURALES SOBRE SUPERFICIES DE FALLA PREEXISTENTES

Se trata de un mecanismo de falla que envuelve una cantidad importante de material, por lo que ya no se trata de un deslizamiento superficial sino de uno más profundo, pudiendo llegar a producir una verdadera superficie de falla.

Este es un tipo de movimiento lento por lo que puede llegar a ser inadvertido.

La mayor parte de este tipo de movimientos está asociado a ciertas estratigrafías que son favorables a ellos (laderas formadas por depósito de material sobre otras estratificaciones firmes), al mismo tiempo que a flujos estacionales de agua en el interior de la ladera, produciendo superficies de falla prácticamente planas.

FALLA POR MOVIMIENTO DEL CUERPO DEL TALUD (DESLIZAMIENTO DE TIERRA)

Este es un tipo de movimiento que se caracteriza por su brusquedad, el cual afecta a masas considerables de suelo, generando una superficie de falla profunda.

Se considera que la superficie de falla se forma cuando actúan esfuerzos cortantes superiores a la resistencia del material.

En el interior de la masa de suelo existe un estado de esfuerzos que vence, en forma más o menos rápida, la resistencia al esfuerzo cortante del suelo produciéndose la falla del mismo con la formación del deslizamiento a lo largo del cual se produce la falla. Este tipo de movimientos es típico de los cortes y de los terraplenes.

Existen dos tipos de falla:

- 1.- Rotacional
- 2.- Traslacional

En la falla *rotacional* se define una superficie de falla curva (generalmente asumida circular) a lo largo de la cual ocurre el movimiento del talud.

Cuando la superficie de falla pasa el pie del talud se origina la llamada falla de

base. En el caso que pase justo por el pie del talud sería la falla al pie del talud y cuando la falla ocurre en el cuerpo del talud se produce la falla local.

La falla *traslacional* ocurre a lo largo de planos débiles que suelen ser horizontales o muy poco inclinados respecto a la horizontal.

La superficie de falla se desarrolla en forma paralela a los estratos débiles, los cuales son, generalmente, arcillas blandas, arenas finas o limos no plásticos sueltos.

Frecuentemente, la debilidad del estrato está ligada a elevadas presiones de poros por el agua contenida en las arcillas o a fenómenos de elevación de la presión del agua en los estratos de arena (acuíferos). Las fallas también están muy ligadas a las temporadas de lluvia por la recarga de agua de los suelos, ya que la absorben más rápidamente de lo que se escurre por lo que aumentan de peso.

FLUJOS

Este tipo de falla consiste en movimientos más o menos rápidos de zonas localizadas de una ladera natural donde los desplazamientos asemejan el fluir de un líquido viscoso no existiendo una superficie de falla definida.

Este tipo de falla puede ocurrir en cualquier formación no consolidada, presentándose en fragmentos de roca, depósitos de material, suelos granulares finos, arcillas, etc.

Los flujos se dividen en dos grupos:

a) Flujo en materiales relativamente secos:

En este grupo quedan comprendidos los flujos de fragmentos de roca, asociados a fenómenos de presión del aire atrapado entre los fragmentos, semejante a los mecanismos de presión de poros del agua.

Se ha dado el caso, que debido a temblores se ha producido una destrucción de la estructura del material produciendo una verdadera licuación, pero con el aire jugando el papel que generalmente desempeña el agua.

b) Flujos en materiales húmedos:

Son flujos que requieren una proporción apreciable de agua contenida en el suelo, normalmente llamado flujo de tierra. Si el contenido de agua en el material es muy elevado se denomina flujo de lodo.

Los flujos de tierra se desarrollan típicamente en el pie de los deslizamientos de

tipo rotacional en el cuerpo del talud. En otras ocasiones ocurren con cierta independencia de cualquier otro deslizamiento anterior.

En los flujos de lodo, el deslizamiento ocurre en materiales finos con elevado contenido de agua. La falla produce una perturbación completa de la estructura deslizándose y arrastrando todo a su paso.

FALLAS POR EROSIÓN

Estas son fallas superficiales provocadas por la acción del viento y del agua sobre el talud, siendo más evidente en aquellos que tienen una pendiente más pronunciada.

La falla se manifiesta en irregularidades, socavaciones y canalizaciones en el plano del talud.

FALLA POR LICUACIÓN

Estas fallas ocurren en arcillas y arenas poco compactas, las cuales, al ser perturbadas, pasan rápidamente de una condición más o menos estable o una suspensión, con la pérdida casi-total de la resistencia al esfuerzo cortante.

Las dos causas que puede atribuirse esa pérdida de resistencia son: incremento de los esfuerzos cortantes actuantes y desarrollo de la presión de poros correspondiente, y por el desarrollo de presiones elevadas en el agua intersticial, quizás como consecuencia de un sismo, una explosión, etc.

FALLO POR FALTA DE CAPACIDAD DE CARGA EN EL TERRENO DE CIMENTACIÓN

Este tipo de fallo se produce cuando el terreno tiene una capacidad de carga inferior o las cargas impuestas.

En el caso de las fundaciones, se colocan fundaciones superficiales en un terreno de baja capacidad de soporte o pilotes cuya profundidad no alcanzó el terreno firme. También ocurre el caso de construcciones muy pesadas para el terreno en el que están situadas. Como éstos existen infinidad de casos adicionales, los cuales ocuparían una publicación completa.

3.4 ESTABILIZACIÓN DE TALUDES

3.4.1 SISTEMAS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

A continuación se va a tratar sobre los siguientes sistemas como alternativas de solución para los casos propuestos en la zona de estudio:

- Concreto lanzado (shotcrete).
- Malla de guiado de piedras.
- Redes de cables.
- Sembrado en taludes.
- Taludes múltiples.

A. CONCRETO LANZADO (SHOTCRETE)

Es el modo de estabilización de taludes con el cual está actualmente tratada la zona en estudio en particular.

El shotcrete (concreto lanzado) aplicado a zonas permanentes y perturbadas, tales como canales, bermas y taludes empinados, reduce o elimina el potencial de erosión.

Las superficies con base de cemento son resistentes a la erosión y reducen o previenen el transporte de sedimentos.

La aplicación del shotcrete se puede hacer con reforzamiento o sin reforzamiento.

El reforzamiento del shotcrete en los taludes se hace con reforzamiento metálico (DRAMIX) en una proporción de 25 Kg/m³ de concreto.

La resistencia del concreto lanzado es de 25 Mpa (255 kg/cm²). Para protección de taludes se coloca en espesores de 3 a 4 pulgadas.

Para el shotcrete estructural sin el refuerzo de acero, se recomienda 13 a 22 libras de fibra por yarda, (10kg/m³ a 13kg/m³ de RF4000/30mm) asegurar una vida de servicio larga.

Es frecuente emplearlo en combinación con anclajes.

Si existen materiales de alteración como arcillas o limos en juntas o fallas de la roca deben eliminarse antes de proyectar el shotcrete.

Tiene efecto estético negativo.

Solución rápida, y de pocas complicaciones para problemas de desprendimiento y meteorización de taludes.

FIGURA Nº 3.1 COLOCACION DEL SHOTCRETE



B. MALLA DE GUIADO DE PIEDRAS

Consiste en mallas de alambre metálico con las que se cubre la superficie de taludes rocosos para controlar la caída de fragmentos de roca.

Las mallas, por una parte, retienen los fragmentos sueltos de roca y, por otra, conducen los trozos desprendidos hacia una zanja en el pie del talud.

Es un tratamiento relativamente barato y de instalación sencilla.

Es apropiado cuando el tamaño de los fragmentos de roca no es mayor de 0.6 – 1 m.

Las mallas suelen ser galvanizadas o de gaviones.

Los sistemas de fijación pueden ser:

- Bulones (tornillos grandes).
- Barras introducidos en bloques de hormigón.

FIGURA Nº 3.2 ESQUEMA DE MALLA DE GUIADO DE PIEDRAS

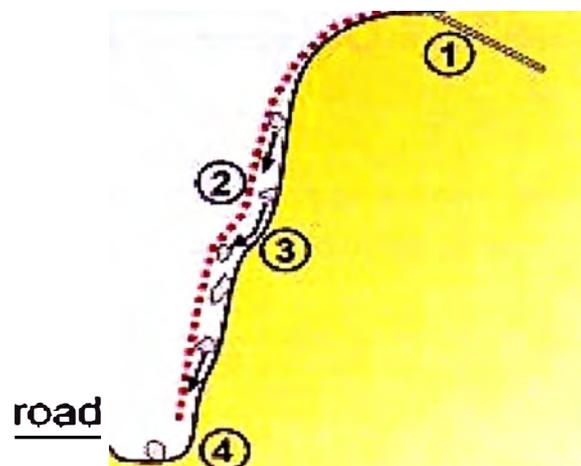


FIGURA N° 3.3 COLOCACION DE MALLA DE GUIADO DE PIEDRAS



C. REDES DE CABLES

Cuando las zonas de desprendimientos se presentan como laderas de gran verticalidad o en contra pendiente, y además las rocas que pueden caer son de importantes dimensiones, resulta muy difícil y poco práctica la instalación de pantallas dinámicas. Tampoco es viable la tradicional malla de alambre, por su escasa capacidad para contener bloques de gran tamaño. Para estos casos, se ha diseñado un sistema intermedio, capaz de retener bloques de hasta 2.000 Kg. Consiste en paneles de red formada por cables de acero, eventualmente reforzada con cables de 18 mm. dispuestos en forma diagonal, y fijados a la pared por medio de anclajes con profundidades variables según el estado de las rocas.

Hay dos sistemas básicos:

- a) Malla cuadrada: formada con cables de acero con mordazas a presión.
- b) Malla de anillos: tejida con anillos sin solución de continuidad.

FIGURA N° 3.4 SISTEMA DE REDES DE CABLE

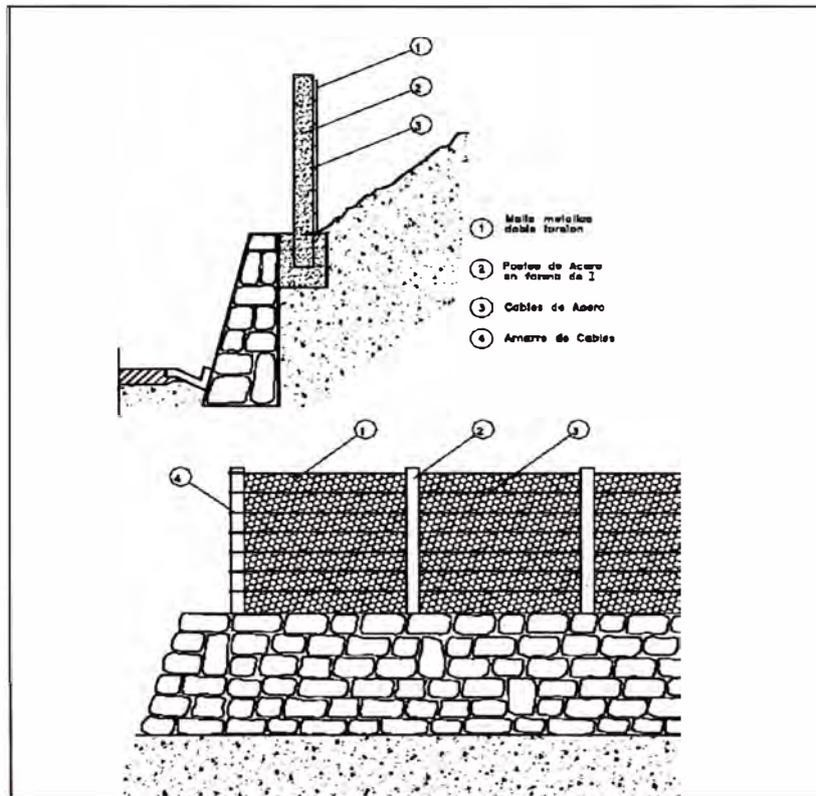


FIGURA N° 3.5 FUNCIONABILIDAD DE REDES DE CABLE



D. SEMBRADO EN TALUDES

La vegetación produce efectos positivos:

- Evita la erosión hídrica y eólica
- La absorción de agua por las raíces de la plantas produce un drenaje de las capas superficiales del terreno.
- Las raíces produce un aumento de la resistencia a esfuerzo cortante en la zona del suelo que ocupan.
- Es conveniente implantar vegetación de raíces profundas y de alto grado de transpiración.
- La colonización del talud se hace por etapas, primeros hierbas y se termina con árboles.
- Un terraplén suele ser más favorable para mantener un cubierta vegetal que un desmonte.

FIGURA N° 3.6 FUNCIONABILIDAD DE SEMBRADO DE TALUDES



E. TALUDES MULTIPLES

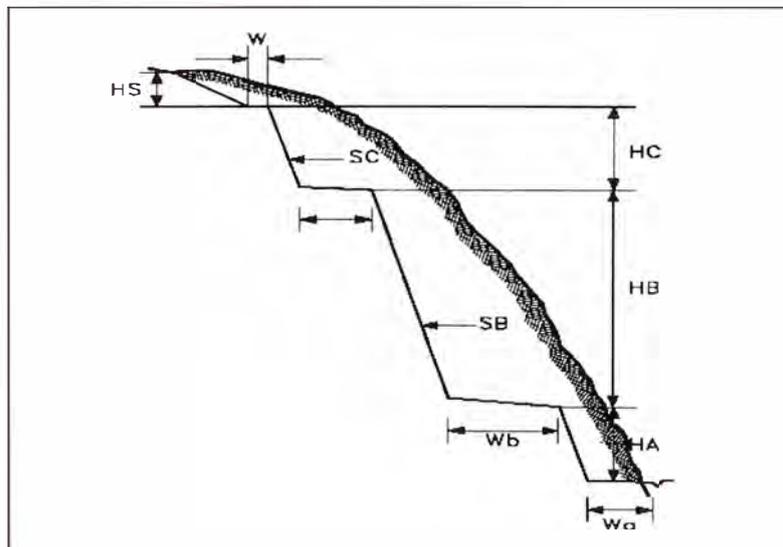
Taludes Simples:

- Aquellos que se extienden desde la plataforma con una sola pendiente hasta su intersección con el terreno natural
- Es aconsejable re-vegetarlo.
- Los espesores del top soil a colocar, altura máxima de corte o relleno y espaciamiento de control de erosión depende directamente de la pendiente del talud.

Con bermas o Taludes múltiple con banquetas:

- Son utilizados cuando las alturas de corte y relleno son mayores a la máxima del talud simple
- Consiste en taludes parciales (bancos) separados por banquetas o bermas, las que permiten retener cualquier deslizamiento que se presente en un talud intermedio y también para drenar cada banco a través de una canaleta ubicada en la parte interior, el drenaje de esta canaleta hacia el canal de colección se realiza a través de caídas o mangas.
- Se recomienda bermas de un ancho mínimo de 3 m. por facilidad de construcción, mantenimiento e instalación de drenaje.

FIGURA N° 3.7 DISEÑO DE TALUDES MULTIPLES



3.4.2. COSTOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Luego de hacer un análisis del estado de la vía y profundizando en el tema de la Estabilidad de Taludes, habiéndose para ello realizado un inventariado de las problemáticas de la zona en mención y proponiendo las alternativas de un sistema apropiado para cada caso; se ha realizado un Expediente Técnico, el cual se aprecia en el un Anexo N° 6 del presente informe, en el cual se presentan las especificaciones técnicas, cronograma, planos, metrados y los análisis de costos de las distintas alternativas planteadas para la estabilidad de los taludes y por ende una buena transitabilidad de la vía que es el objetivo del estudio.

De lo que se trata básicamente es que la carretera en general tenga una buena transitabilidad, protegiendo a la carretera de que no se obstruya por deslizamiento de terrenos y evitar accidentes causados por derrumbes de material de los taludes existentes.

3.5 CONTROL DURANTE Y DESPUÉS DE ESTABILIZACIÓN

Desde el punto de vista técnico-económico, lo que se propone conceptualmente para efectuar una atención adecuada de la infraestructura carretera es propender por la aplicación de una cultura que privilegie la actuación con criterio preventivo, es decir, realizar intervenciones viales rutinarias con el propósito de evitar que se produzca su deterioro prematuro y efectuar intervenciones periódicas para recuperar las condiciones viales afectadas por el uso de las vías. Esto significa en la práctica actuar permanentemente para estabilizar y proteger los taludes, entre otras.

Lo anterior implica un cambio en la cultura organizacional de las entidades viales. Es un cambio del concepto tradicional de trabajo de actuar para reparar lo dañado por el concepto de actuar para evitar que se dañe. En otras palabras, se trata de ir modificando paulatinamente el quehacer institucional en el que prevalecen las acciones correctivas por el que prevalezcan las acciones preventivas, tal como se ilustra en el esquema siguiente:

CAMBIO HACIA UNA CULTURA PREVENTIVA EN EL MANTENIMIENTO VIAL



Las Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras, elaborado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en su Política Nacional establece que se dé prioridad a la conservación de la infraestructura y, de manera específica, determina: ampliar la cobertura de conservación de la red

de carreteras mejorando la transitabilidad y el nivel de servicio, fortalecer la gestión de conservación vial e incrementar las actividades de conservación mediante la modalidad de tercerización.

Dentro de nuestro ámbito de estudio en particular se consideran las especificaciones técnicas para:

- Perfilado de Taludes.
- Estabilización de Taludes.
- Protección de Taludes Contra la Erosión.
- Remoción de Derrumbes.

A. PERFILADO DE TALUDES

Descripción

Consiste en uniformizar los taludes que presentan irregularidades superficiales empleando equipo y herramientas manuales, de tal manera que permanezcan, en lo posible, estables y sin procesos erosivos severos.

El objetivo es mantener el talud estable sin que se produzcan caídas de material o de piedras constantemente o evitar que se puedan generar deslizamientos que puedan afectar la seguridad de los usuarios. Además, se pretende lograr una buena apariencia visual y mejorar el aspecto ambiental.

Los trabajos se deben ejecutar antes del inicio de la estación lluviosa y durante dicha época, cuando sea necesario. Inspeccionar permanentemente el estado de los taludes.

Materiales

Para la ejecución de esta actividad no se requiere el suministro de materiales.

Equipos y Herramientas

Para la ejecución de esta actividad se requieren motoniveladora, equipo de cargue, camiones volquetes y herramientas tales como, lampas, rastrillos, carretillas y una cámara fotográfica, etc.

Procedimiento de Ejecución

El procedimiento a seguir para la ejecución de los trabajos es el siguiente:

1. Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad.
2. El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial de acuerdo con las normas establecidas.
3. Distribuir a los trabajadores y los equipos en los sitios críticos definidos en el estudio técnico.

4. Tomar algunas fotografías de casos sobresalientes y/o representativos, en la situación inicial y en actividades de avance.
5. Desquinchar y peinar el talud con equipo, complementando la actividad con herramientas manuales, en los casos que resulte necesario ó en sitios donde no pueda operar el equipo.
6. Estos trabajos no requerirán reposición de suelo, a no ser el obtenido directamente por la acción de la cuchilla del equipo ó las herramientas manuales.
7. Retirar del talud las piedras y los materiales sueltos, trasladándolos al depósito de excedentes definido y acondicionado para el efecto.
8. Inspeccionar visualmente que el talud haya sido desquinchado y peinado uniformemente.
9. Al terminar los trabajos, retirar las señales y dispositivos de seguridad en forma inversa a como fueron colocados.
10. Tomar algunas fotografías de casos sobresalientes y/o representativos, en la situación final.

Aceptación de los trabajos

La Supervisión verificará que se ha realizado a satisfacción el Perfilado de Taludes cumpliendo con esta especificación y que como resultado el talud haya quedado perfilado y que no tiene materiales o piedras sueltas y que presenta la superficie uniforme.

Medición

La unidad de medida para el Perfilado de Taludes será el metro cuadrado (m²), aproximado al metro cuadrado completo o la correspondiente al Indicador de Conservación o al Indicador de Nivel de Servicio.

Pago

El Perfilado de Taludes se pagará al precio unitario del contrato o al cumplimiento del Indicador de Conservación o del Indicador de Nivel de Servicio por todo trabajo ejecutado satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptado por parte de la Supervisión.

B. ESTABILIZACIÓN DE TALUDES

Descripción

Consiste en realizar obras puntuales de estabilización tales como tendido o escalonamiento de taludes, encauzamiento de aguas mediante drenaje superficial y subterráneo y/o construcción de obras de contención, entre otras, de

acuerdo al estudio geotécnico de estabilización previamente realizado y contenido en el Expediente Técnico.

El objetivo es evitar la ocurrencia de derrumbes en la carretera, que afecten la normal circulación del tránsito, y que pongan en riesgo de accidentes a los usuarios de la vía.

Los trabajos se deben ejecutar periódicamente de acuerdo con las necesidades y los recursos disponibles, y en atención a las políticas, planes y programas institucionales.

Materiales

Los materiales requeridos son variables y dependen de los trabajos y de las obras a realizar en cada sitio. En consecuencia, los materiales y sus especificaciones deberán incluirse como parte de las especificaciones especiales en cada caso.

Equipos y Herramientas

Los equipos requeridos son variables y dependen de los trabajos y de las obras a realizar en cada sitio.

Procedimiento de Ejecución

El procedimiento a seguir para la ejecución de los trabajos es el siguiente:

1. Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad.
2. El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial de acuerdo con las normas establecidas.
3. Distribuir los equipos, materiales y los trabajadores, por taludes, según el programa de ejecución definido contractualmente.
4. Tomar algunas fotografías de casos sobresalientes y/o representativos, en la situación inicial y en actividades de avance.
5. Ejecutar las obras y los trabajos requeridos según las estipulaciones contractuales y de acuerdo con los planos y los estudios técnicos específicos. En cada caso, se deben cumplir las especificaciones especiales que se hayan definido en el Expediente Técnico.
6. Trasladar el material retirado del talud, con volquetas o carretillas al depósito de excedentes definido y acondicionado para el efecto.
7. Inspeccionar visualmente que el talud presente estabilidad y hacer seguimiento permanente de su comportamiento.
8. Al terminar los trabajos, retirar las señales y dispositivos de seguridad en forma inversa a como fueron colocados.

9. Tomar algunas fotografías de casos sobresalientes y/o representativos, en la situación final.

Aceptación de los trabajos

La Supervisión aceptará los trabajos cuando compruebe que las obras de Estabilización de Taludes se hayan realizado a satisfacción cumpliendo con los planos, estudios y especificaciones técnicas correspondientes definidas en el Expediente Técnico y cumpliendo con esta especificación.

Medición

La unidad de medida para Estabilización de Taludes es por suma global o metro cuadrado (m²), de área de talud estabilizado aproximado al metro cuadrado completo o la correspondiente al Indicador de Conservación o al Indicador de Nivel de Servicio, según el caso.

Pago

El Perfilado de Taludes se pagará a los precios del contrato o al cumplimiento del Indicador de Conservación o del Indicador de Nivel de Servicio por todo trabajo ejecutado satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptado por parte de la Supervisión.

C. PROTECCIÓN DE TALUDES CONTRA LA EROSIÓN

Descripción

Consiste en la protección de taludes en corte y en terraplén contra la erosión utilizando algún tipo de vegetación nativa como grama, semilla de pasto y otros tipos de plantas en los lugares definidos contractualmente o por la Supervisión.

El objetivo es mejorar la estabilidad de los taludes en corte y terraplenes mediante la utilización de vegetación nativa apropiada al sitio y de contribuir al cuidado del medio ambiente.

Se ejecutará esta actividad previamente a la temporada de lluvias con el fin de prevenir situaciones de inestabilidad controlando la velocidad del agua que fluye por la superficie de los taludes y la velocidad de infiltración al cuerpo del talud.

Materiales

Los principales materiales para la ejecución de esta actividad son:

Semillas y tierra orgánica: Las semillas serán de gramíneas, de características adecuadas a cada zona. La tierra provendrá de áreas aprobadas por la Supervisión, ó de descapotés, preferiblemente de la misma zona del sitio a

sembrar. La tierra deberá estar libre de troncos, raíces, piedras, u otro elemento extraño o nocivo.

Bloques de césped: Serán de forma aproximadamente rectangular, y provendrán de sitios aprobados por la Supervisión, ó haber sido obtenidos de descapotes, preferiblemente de la misma zona del sitio a sembrar.

Plántulas: Cuando se trate de sembrar plántulas, se utilizarán plántulas previamente cultivadas.

Fertilizantes. Estos deben ser definidos por el especialista ambiental.

El empleo de otros materiales requiere de una especificación particular.

Equipos y Herramientas

Para la ejecución de esta actividad se requiere de equipo de transporte y de herramientas manuales, tales como camión volquete, lampas, rastrillos, carretilla, apisonador manual, baldes y una cámara fotográfica, etc.

Procedimiento de Ejecución

El procedimiento a seguir para la ejecución de los trabajos es el siguiente:

1. Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad.
2. El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial en concordancia con las normas establecidas.
3. Distribuir los trabajadores con base en la programación de esta actividad y las características de los taludes a intervenir.
4. Tomar algunas fotografías de casos sobresalientes y/o representativos, en la situación inicial y en actividades de avance.
5. Efectuar la extracción, el cargue y transporte del material vegetal.
6. Efectuar nivelaciones en el talud para uniformizarlo y donde existan depresiones, efectuar rellenos localizados con material del propio talud y preferiblemente con suelo orgánico.
7. Regar con agua el talud con el fin de tener una superficie húmeda y adecuada para la siembra.
8. Efectuar la siembra de las plantas o la colocación del material vegetal propio de la zona o que sea adaptable a ella, de acuerdo con las recomendaciones ambientales.
9. Realizar el riego de agua a las plantas por el tiempo recomendado técnicamente de acuerdo con las características de la zona y de la vegetación colocada.
10. Al terminar los trabajos, retirar las señales y dispositivos de seguridad.

11. Tomar algunas fotografías de casos sobresalientes y/o representativos

Aceptación de los trabajos

La Supervisión aceptará los trabajos cuando compruebe que se ha realizado a satisfacción la Protección de Taludes cumpliendo con esta especificación y de acuerdo con el estudio técnico y las recomendaciones ambientales.

Medición

La unidad de medida para la Protección de Taludes Contra la Erosión es metro cuadrado (m²), aproximado al metro cuadrado completo o la correspondiente al Indicador de Conservación o al Indicador de Nivel de Servicio, según el caso.

Pago

La Protección de Taludes Contra la Erosión se pagará al precio unitario del contrato o al cumplimiento del Indicador de Conservación o el Indicador de Nivel de servicio por todo trabajo ejecutado satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptado por parte de la Supervisión.

D. REMOCIÓN DE DERRUMBES

Descripción

Consiste en retirar, limpiar y transportar a los depósitos de excedentes definidos para el efecto, los materiales producto de derrumbes, que se encuentren obstaculizando la plataforma, las bermas, las cunetas, las alcantarillas, los aliviaderos, ó cualquier otro elemento del camino.

El objetivo es mantener la plataforma libre de derrumbes, producto del desprendimiento de materiales de corte o del terreno natural, que afecten el libre flujo de tráfico y pongan en riesgo de accidentes a los usuarios de la vía.

Los trabajos se deben ejecutar lo más pronto posible luego de la ocurrencia del derrumbe. El contratista debe ejecutar el trabajo dentro de los límites del derecho de vía o, en terrenos propiedad del Estado tal como lo indique la Supervisión. Asimismo, se debe tomar en cuenta la estabilidad de los terrenos y de las construcciones colindantes, si fuere el caso.

Equipos y Herramientas

Para la ejecución de esta actividad se requieren equipo de cargue, camiones, volquetes y herramientas manuales tales como lampas, picos, barreta, rastrillos, escobas, carretillas y una cámara fotográfica, etc.

Procedimiento de Ejecución

El procedimiento a seguir para la ejecución de los trabajos es el siguiente:

1. Colocar señales preventivas, dispositivos de seguridad y adoptar las medidas necesarias que garanticen la seguridad de los trabajadores y el ordenamiento del tránsito vehicular sin riesgo de accidentes.
2. El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial de acuerdo con las normas establecidas.
3. Tomar algunas fotografías de casos sobresalientes y/o representativos, en la situación inicial y en actividades de avance.
4. Asignar los equipos y un grupo de trabajadores, para que se encargue del retiro del material producto del derrumbe.
5. Trasladar el material retirado del derrumbe a sitios fuera de la vía en los depósitos de excedentes o depósitos aprobados por la Supervisión donde no se afecte el sistema de drenaje y que armonice con el entorno ambiental. Asimismo, donde no se afecte a terrenos u obras de propiedad privada.
6. Inspeccionar visualmente que el producto del derrumbe se ha retirado completamente, y que se ha colocado el material en un sitio adecuado ó que se ha llevado a un depósito de excedentes de escombros.
7. Al terminar los trabajos, retirar las señales y dispositivos de seguridad.
8. Tomar algunas fotografías de casos sobresalientes y/o representativos, en la situación final, en el sitio de derrumbe y en los sitios de depósito.

Aceptación de los trabajos

La Supervisión aceptará los trabajos cuando compruebe que se ha realizado a satisfacción la Remoción de Derrumbes cumpliendo con esta especificación y que el material producto del derrumbe se haya retirado completamente de la vía y colocado en los sitios de depósito de excedentes aprobado y que el tránsito vehicular fluya normalmente.

Medición

La unidad de medida para Remoción de Derrumbes será el metro cúbico (m³), aproximado al metro cúbico completo u horas de trabajo (horas – hombre) y/o pago de maquinaria (horas – máquina) o la correspondiente al Indicador de Conservación o al Indicador de Nivel de Servicio, según el caso.

Pago

La Remoción de Derrumbes se pagará al precio unitario del contrato o al cumplimiento del Indicador de Conservación o del Indicador de Nivel de Servicio por todo trabajo ejecutado satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptado por parte de la Supervisión.

CONCLUSIONES

Del estudio de Perfil, se concluye de que la alternativa más conveniente debido a una mejor condición para el transporte es la alternativa N° 1, en la cual se contempla el Slurry Seal como superficie de rodadura. Esto se cumple bajo los supuestos de costos de inversión estimados y considerando que el tráfico generado llega a ser el 100% lo cual contribuye a los beneficios del proyecto.

El marco geomorfológico del entorno del área del proyecto corresponde al Flanco Disectado Andino, mostrando una topografía abrupta por cuyo fondo discurre la vía en mención paralela al río Cañete, que ha labrado valles profundos y encañonados que se hacen más amplios a medida que se aproximan a la faja costanera; cuyo comportamiento Geodinámico está caracterizado por fenómenos activos como deslizamientos y desprendimiento de materiales.

Las unidades estratigráficas por la que atraviesa la vía, datan desde el Cenozoico Terciario hasta el Cuaternario Reciente; y litológicamente corresponde a las Rocas Intrusivas Granodiorita y Tonalita de la Super Unidad Catahuasi, y depósitos cuaternarios aluviales con regulares características geotécnicas que presentan una morfología y de textura variable, presentando por lo general fracciones gruesas dentro y sobre del perfil, su drenaje interno es bueno y su fertilidad natural es media.

En el aspecto de Sismicidad se aprecia que el área de estudio se encuentra comprendida en la zona 3 y muestra que nuestra zona en estudio se encuentra catalogada con intensidades de VII y VIII en la escala de Mercalli.

Del inventario y la posterior evaluación de la estabilidad de taludes, se concluye que las principales problemáticas en la zona de estudio corresponden a los taludes con caída inminente de bolonería o rocas y a los desprendimientos de material con fragmentos rocosos de mediano a regular tamaño.

Se ha de determinar el sistema de solución mas apropiado para cada caso presentado en el tramo en estudio, ya que los efectos geológicos y las causas de la inestabilidad difieren en los distintos puntos a lo largo de la vía.

RECOMENDACIONES

Debido a que del análisis económico realizado en la fase del Estudio de Perfil para el tramo de estudio desde el Km. 79+000 al Km. 84+000, se obtiene que ninguna de las alternativas es rentable, a menos que se considere un tráfico generado superior al 100%; por ello se recomienda realizar encuestas de origen destino de la Carretera Central a fin de determinar el tráfico desviado para la Carretera Cañete – Yauyos.

A pesar de lo expresado anteriormente, se recomienda llevar a cabo el proyecto porque contribuiría al desarrollo e integración de los poblados pertenecientes al área de influencia. También contribuiría a aliviar el problema de la congestión en la Carretera Central.

Se recomienda realizar consultas y/o encuestas a las autoridades competentes y a los pobladores de la zona, que brinden información sobre incidentes y accidentes con respecto a los taludes, y de esa manera agudizar los planteamientos de solución para cada caso. Así como también, encuestar a los mismos sobre la existencia de fallas localizadas por donde puedan filtrar aguas de lluvia hacia el sub suelo y/o la presencia de afloramientos de agua subterránea.

Se recomienda realizar ensayos de corte directo y triaxial para los suelos de los depósitos aluviales y roca respectivamente, y así obtener los coeficientes de fricción y cohesión que certifiquen la estabilidad de los taludes para efectos constructivos posteriores.

Es recomendable que en las posteriores fases de estudio se propongan especificaciones técnicas para la conservación de la estabilización de taludes para cada caso en particular a lo largo vía en estudio luego de haber homogenizado los distintas problemáticas, esto debido a que se observa que la vía atraviesa distintas unidades litográficas a lo largo de su recorrido.

BIBLIOGRAFÍA

- Alva Hurtado Jorge; Estabilización de Taludes; UNI, CD.
- Braja M. Das; Fundamentos de Ingeniería Geotecnia; Editorial Thomson - Learning; México, 2001.
- INGEMMET; Boletín N° 44.- Geología del los Cuadrángulos de Mala, Lunahuaná, Tupe, Conayca, Chincha, Tantará y Castrovirreyna y la hoja del cuadrángulo Tupe (26-L); Lima, 1998.
- MTC; Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras; Lima, 2007.
- MTC; Manual para el Diseño de Caminos Pavimentados de Bajo Volumen de Tráfico; Lima, 2007.
- MTC - Provias Nacional; Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional: Conservación Vial de la Carretera Cañete - Lunahuana - Pacaran - Chupaca y Rehabilitación del Tramo Zuñiga - Dv. Yauyos-Ronchas; Lima, 2008.
- MTC - Provias Nacional; Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Lunahuana - Dv. Yauyos-Chupaca, a Nivel de Factibilidad; Lima, 2005.

ANEXOS

ANEXO N° 1

EVALUACION ECONOMICA

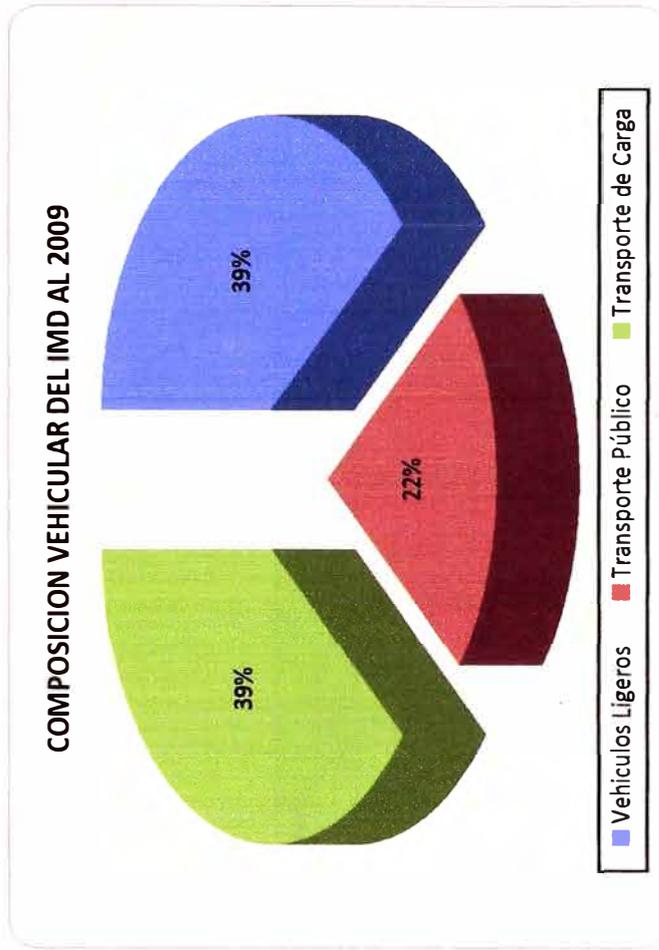
Cuadro N° 1.4.1: INDICES UTILIZADOS EN LA PROYECCION DEL TRAFICO

Indicadores Macroeconomicos	2008	2009	
Tasa de crecimiento anual de ingreso per cápita (PBI per cápita)	7.60%	2.80%	
Tasa de crecimiento anual de la población	2.20%	2.20%	INEI
Tasa de crecimiento anual del PBI económico (agropecuario departamental o nacional) (Prom. 2000-2008)	9.80%	5.00%	MEF
Tráfico generado		100.00%	

Cuadro N° 1.4.2: Proyección del tráfico (IMD) del 2008 al 2009

Tipo	Vehículo	2008		2009			
		Tasa de Crec.	IMD	Tasa de Crec.	IMD	IMD x Tipo	%
Vehiculos Ligeros	Auto	7.60%	3	2.80%	3	22	39%
	Camioneta	7.60%	18	2.80%	19		
Transporte Público	Camioneta Rural	2.20%	4	2.20%	4	12	22%
	Micro	2.20%	-	2.20%	-		
	Omnibus	2.20%	8	2.20%	8		
Transporte de Carga	Camión 2E	9.80%	9	5.00%	10	22	39%
	Camión 3E	9.80%	11	5.00%	12		
	Articulados	9.80%	-	5.00%	-		
Total =			53		56	56	100%

Fuente: Elaboración propia



Cuadro N° 1.4.3: Composición Vehicular del IMD al 2009

Tipo Vehículo	IMD	%
Vehículos Ligeros	22	39%
Transporte Público	12	22%
Transporte de Carga	22	39%
Total	56	100%

Fuente: Elaboración propia

ESTIMACION DEL TRÁFICO FUTURO DE LA CARRETERA "CAÑETE - DV. YAUYOS - CHUPACA (RN 22)"

TRAMO: Zúñiga - Dv. Yauyos - San José de Quero, Km. 79+000 al Km. 84+000

Indicadores Macroeconómicos y Otros Factores de Tráfico	
Tasa de crecimiento anual de ingreso per cápita (PBI per cápita)	2.80%
Tasa de crecimiento anual de la población	2.20%
Tasa de crecimiento anual del PBI económico (agropecuario departamental o nacional) (Prom. 2000-2008)	5.00%
Tráfico generado	100.00%

Cuadro N° 1.4.4: Proyección del tráfico (IMD) del 2009 al 2016

TRAFICO NORMAL												
Tipo	Vehículo	IMD	IMD x Tipo	Tasa de Crec.	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Vehículos Ligeros	Auto	3	22	2.80%	3	4	5	6	7	8	9	10
	Camioneta	19			19	20	21	22	23	24	25	26
Transporte Público	Camioneta Rural	4	12	2.20%	4	5	6	7	8	9	10	11
	Omnibus	8			8	9	10	11	12	13	14	15
Transporte de Carga	Camión 2E	10	22	5.00%	10	11	12	13	14	15	16	17
	Camión 3E	12			12	13	14	15	16	17	18	19
Total =		56	56		56	62	68	74	80	86	92	98

TRAFICO GENERADO												
Tipo	Vehículo	IMD	IMD x Tipo	Tasa de Crec.	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Vehículos Ligeros	Auto	-	0	2.80%	-	-	4	5	6	7	8	9
	Camioneta	-			-	-	20	21	22	23	24	25
Transporte Público	Camioneta Rural	-	0	2.20%	-	-	5	6	7	8	9	10
	Omnibus	-			-	-	9	10	11	12	13	14
Transporte de Carga	Camión 2E	-	0	5.00%	-	-	11	12	13	14	15	16
	Camión 3E	-			-	-	13	14	15	16	17	18
Total =		0	0		0	0	62	68	74	80	86	92

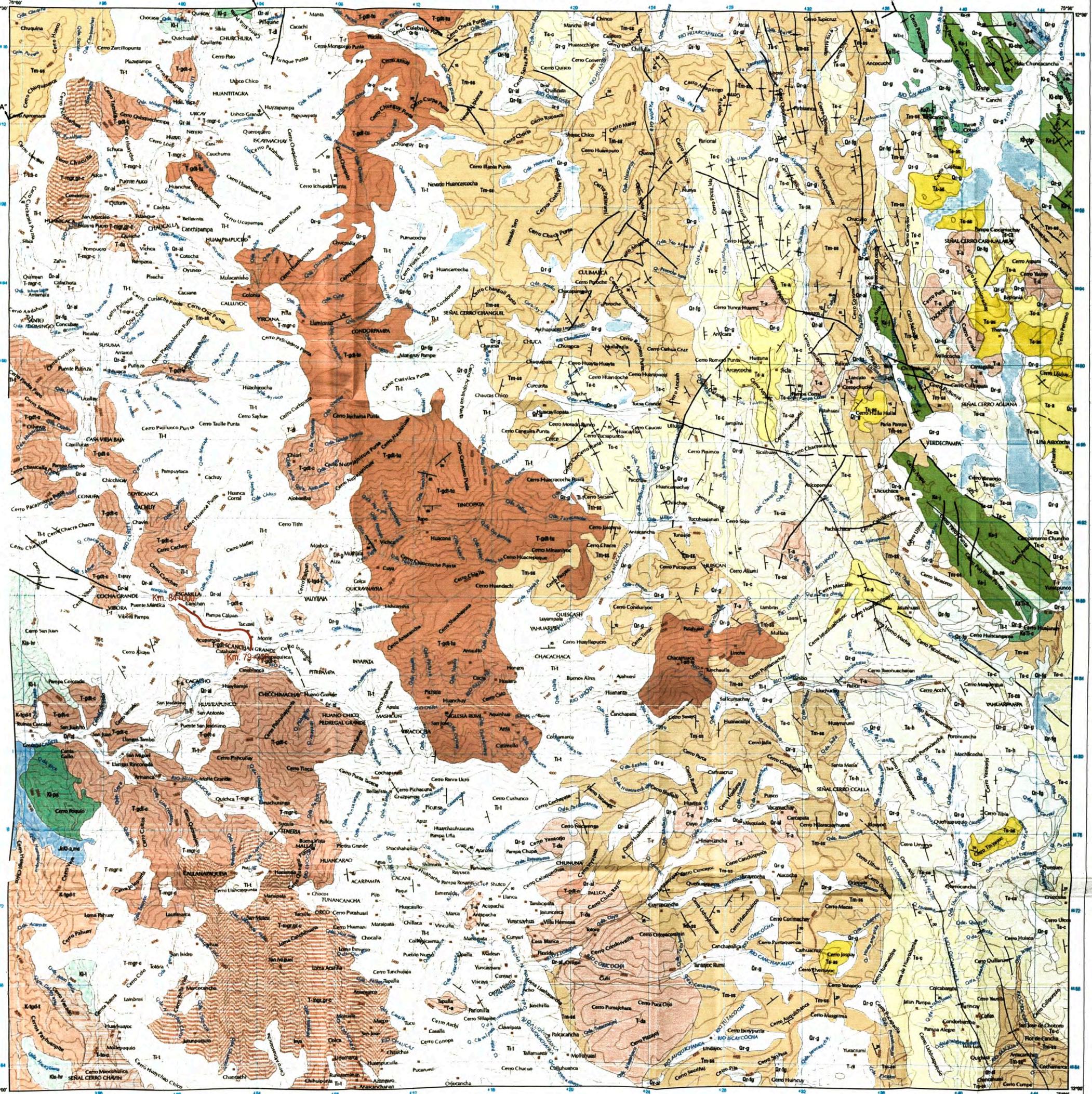
ANALISIS DE SENSIBILIDAD EN LA CARRETERA "CAÑETE - DV. YAUYOS - CHUPACA (RN 22)"

TRAMO: Zúñiga - Dv. Yauyos - San José de Quero, Km. 79+000 al Km. 84+000

Cuadro N° 1.13 Condición Base de Tráfico Generado: 100%

ALTERNATIVA	INDICES ECONOMICOS	INVERSION							BENEFICIOS (TRAFICO GENERADO)						
		-30%	-20%	-10%	0%	+10%	+20%	+30%	+10%	+20%	+50%	+100%	+200%	+300%	+400%
ALTERNATIVA 1 Slurry Seal															
	VAN (x10 ³ US\$)	676.9	625.6	574.2	522.9	471.5	420.2	368.8	303.6	325.3	403.6	522.9	817.8	1,088.6	1,374.6
	TIR (%)	65.23%	55.54%	47.92%	41.73%	36.58%	32.20%	28.42%	29.51%	30.75%	35.17%	41.73%	56.63%	70.06%	83.66%
	B / C	1.88	1.52	1.24	1.02	0.83	0.68	0.55	0.59	0.63	0.79	1.02	1.59	2.12	2.68
ALTERNATIVA 2 TSB															
	VAN (x10 ³ US\$)	452.4	363.5	274.6	185.8	96.9	8.0	-80.9	-33.5	-11.8	66.5	185.8	480.7	751.4	1,037.5
	TIR (%)	33.41%	27.13%	22.07%	17.88%	14.32%	11.26%	8.57%	9.71%	10.55%	13.52%	17.88%	27.84%	36.44%	45.04%
	B / C	0.73	0.51	0.34	0.21	0.10	0.01	-0.07	-0.04	-0.01	0.07	0.21	0.54	0.85	1.17
ALTERNATIVA 3 CAC															
	VAN (x10 ³ US\$)	-89.9	-276.2	-462.4	-648.6	-834.9	-1,021.1	-1,207.4	-881.2	-858.3	-775.2	-648.6	-335.4	-48.0	255.8
	TIR (%)	8.62%	4.44%	0.99%	-1.92%	-4.43%	-6.61%	-8.55%	-7.27%	-6.72%	-4.77%	-1.92%	4.66%	10.13%	15.51%
	B / C	-0.07	-0.19	-0.28	-0.35	-0.41	-0.46	-0.50	-0.47	-0.46	-0.42	-0.35	-0.18	-0.03	0.14

ANEXO N° 2
CARTA GEOLOGICA TUPE 26-L



LEYENDA

ERA	SIST.	SERIE	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS		ROCAS INTRUSIVAS	
			SECTOR OCCIDENTAL	SECTOR ORIENTAL		
CUATERNARIO	RECIENTE		Dep. Fluvio-glaciares	Dr-fg		
			Dep. Glaciares	Dr-g		
			Dep. Eoliales	Dr-el		
	PLEISTOCENO		Dep. Aurales	Dr-a		
	TERCIARIO	MIOCENO		Fm. Castrovirreyna	Te-c	
				Gpo. Sacsayhuamán	Tm-sa	
		OLIGOCENO		Fm. Tantara	Ti-1	
	MESOCIZO	CRETACEO SUPERIOR		Fm. Huarangallo	Ks-hr	
			Gpo. Imperial	Ki-i		
CRETACEO INFERIOR			Fm. Pampolona	Kp-p		
			Fm. Asa Gpo. Morro Solar	Kms-s		
JURASICO	SUPERIOR		Fm. Chiles Partabamba	Ki-chp		
	INFERIOR		Gpo. Goyllarisqiza	Kg-g		
			Fm. Chumayo	Jch		
			Fm. Cercapungo	Jc		
			Fm. Condorhuasi	Jc		

SECTOR ENERGIA Y MINAS
INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO

PROYECCION: TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM: HORIZONTAL PROVISIONAL PARA LA AMERICA DEL SUR
SISTEMA DE CUADRICULA: UTM CADA 4 KILOMETROS ZONA 18 ESPERDIERO INTERNACIONAL

GEOLOGIA POR:
Humberto Salazar Diaz, C. Landa T.

HOJAS ADYACENTES

Huancayo 25-4	Yauco 25-1	Huancayo 26-m
Lambayeque 26-4	Tupe 26-1	Concepcion 26-m
Ciudad 27-4	Tantara 27-1	Castrovirreyna 27-m



INENMET 2011 PRIMERA EDICION 1994
BASE TOPOGRAFICA: COMPLETADO POR EL INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL POR METODOS ESTEREOFOTOMETRICOS, LIMA-PIURA EN 1977

SIMBOLOS

- Rumbo y buzamiento de capas
- Tendencia de inclinación de estratos invertidos
- Fractura que indica inclinación
- Fractura vertical
- Rumbo de estratos con buzamiento suave
- Rumbo de estratos con buzamiento moderado
- Rumbo de estratos con buzamiento fuerte
- Capas horizontales
- Eje de simetría
- Eje de simetría
- Contacto concordante
- Contacto discordante
- Falla normal
- Falla inversa
- Dirección de flujo lavístico
- Línea de presión

ZONA 18
ANGULO NC-M DE 1980
1°30'

VARIACION ANUAL 10' DE ESTE

CONVERGENCIA DE CUADRICULA
0°10'
PARA EL CENTRO DE LA HOJA

CONVERTIR UN ACUMETRO A UN ACUMETRO DE CUADRICULA SUMESE EL ANGULO NC-M

PARA CONVERTIR UN ACUMETRO DE CUADRICULA A UN ACUMETRO REGISTRE EL ANGULO NC-M

ANEXO N° 3

PANEL FOTOGRAFICO DE CALICATA



Progresiva Km. 80+340 – Registro de Calicata – Identificación y vista general del área (Foto: Christian Falla)



Progresiva Km. 80+340 – Registro de Calicata – Vista general del área y de las características del suelo (Foto: Christian Falla)



Progresiva Km. 80+340 – Registro de Calicata – Vista interior de la calicata y de las características de los estratos (Foto: Christian Falla)

ANEXO N° 4

ENSAYO DE LABORATORIO - CALICATA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos
Lima 100 - Perú Teléfono: (51-14) 811070 Anexo 308 - Telefax: 3813842

INFORME N° S09-727

SOLICITANTE : CURSO DE TITULACION- SECCION "A" GRUPO 5
PROYECTO : CURSO DE TITULACION FIC
UBICACION : FIC
FECHA : 23 de Setiembre del 2009

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

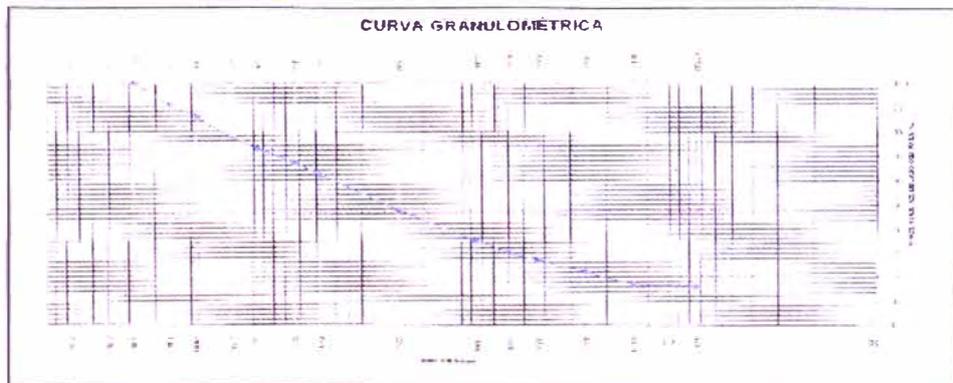
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	(% Parcial	(% Acumulado	
			Rete	Pasa
3"	76 200	-	-	
2"	50 300	-	-	
1 1/2"	38 100	-	-	100.0
1"	25 400	9.2	9.2	90.8
3/4"	19 050	4.9	14.0	86.0
1/2"	12 700	8.5	22.6	77.4
3/8"	9.525	4.8	27.3	72.7
1/4"	6.350	5.6	32.9	67.1
N°4	4.760	5.1	38.0	62.0
N°10	2.000	14.4	52.4	47.6
N°20	0.840	12.8	65.2	34.8
N°30	0.590	4.6	69.8	30.2
N°40	0.426	3.3	73.1	26.9
N°60	0.250	4.8	77.9	22.1
N°100	0.149	4.8	82.8	17.2
N°200	0.074	1.1	83.9	16.1
- N°200		16.1		

% grava	38.0
% arena	45.9
% finos	16.1

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	19
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE PLÁSTICO (%)	NP

Clasificación SUCS ASTM D-2487 : SM



Nota: Muestra remitida e identificada por el Solicitante.
Lugar: Lima, Perú. Fecha: 23 de Setiembre del 2009.



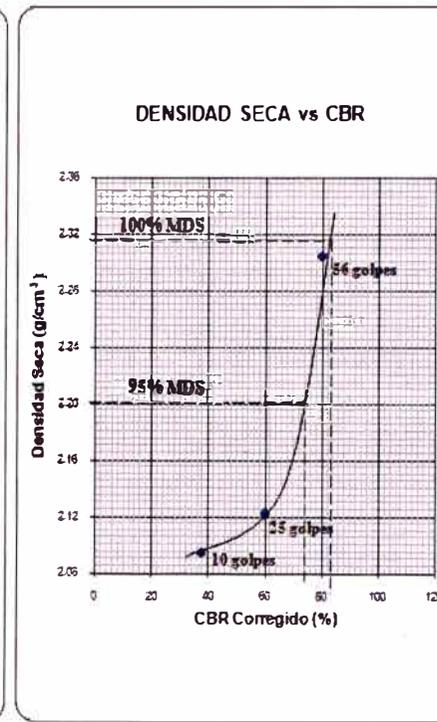
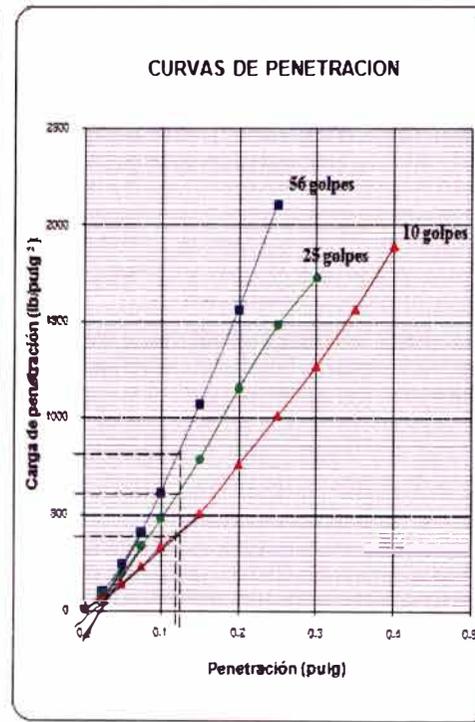
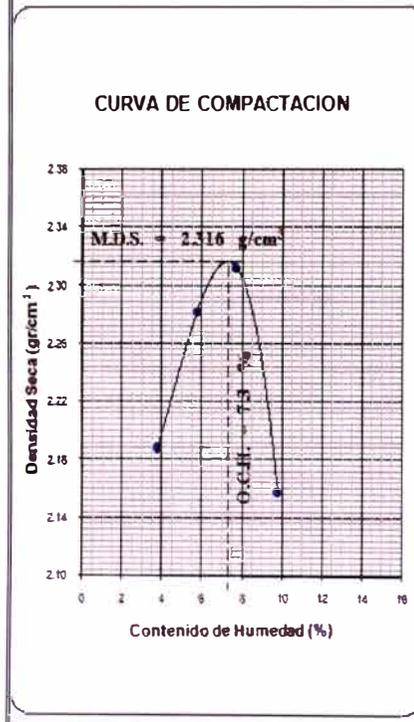
Jose Wilfredo Gutiérrez
JOSE WILFREDO GUTIÉRREZ
INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ANEXO N° 5

ENSAYOS CANTERA RIO CAÑETE

SOLICITANTE	ASOCIACION AYESA - ALPHA CONSULT S.A.				
PROYECTO	REDES VIALES NACIONALES N° 5 y N° 6 DE PROMCEPRI - TRAMO : LUNAHUANA - HUANCAYO				
UBICACION					
PROGRESIVA	Km. 81 + 850	CALICATA	CRC - 1	PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 1.50
LADO		MUESTRA	M - 1	TECNICO	M.P.C.
CANTERA	RIO CAÑETE	CAPA		FECHA	DICIEMBRE DE 1998

Próctor Modificado ASTM 1557 (C) - 91				
Molde	I	II	III	IV
D. Seca	2.19	2.28	2.31	2.16
Humedad	3.77	5.74	7.71	9.76
MDS = 2.316 g/cm ³		OCH = 7.3 %		



Razón de Soporte California CBR ASTM D 1883			
Compactación de los Moldes			
Molde N°	I	II	III
N° de capas	5	5	5
N° de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (g/cm ³)	2.30	2.12	2.09
Contenido de Humedad (%)	7.45	7.48	7.46

Cuadro C.B.R. para 0.1" de penetración			
Molde N°	I	II	III
Carga Aplicada	800	600	375
Carga Patrón	1000	1000	1000
C.B.R. (%)	80.0	60.0	37.5

Condición de la Muestra	4 días de saturación
Sobrecarga	10 libras
Hinchamiento promedio	0.0 %
CBR (95% de la MDS y 0.1" de penetración)	73 %
CBR (100% de la MDS y 0.1" de penetración)	82 %

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

Red Vial N° 6: Mejoramiento, Pavimentación y Conservación de la Carretera Lunahuaná – Huancayo

CUADRO N° D.1 RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO (Propiedades Índice)

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % QUE PASA				LÍMITES DE ATTERBERG %			CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
			N° 4	N° 10	N° 40	N° 200	L.L.	L.P.	I.P.	SUCS	AASHTO
CRC - 1	M - 1	0.00 - 1.50	30.6	19.9	8.5	1.5	----	NP	NP	GW	A-1a (0)
CRC - 2	M - 1	0.00 - 1.20	46.5	34.3	16.8	2.5	----	NP	NP	GW	A-1a (0)

Fuente: ASOC. AYESA - ALPHA CONSULT S.A.

CUADRO N° D.2 RESUMEN DE ENSAYOS ESPECIALES DE CANTERAS

CANTERA	PROGRESIVA (Km)	CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	EQUIVALENTE DE ARENA (%)	ABRASIÓN (%)	DURABILIDAD (%)		ADHERENCIA (A. Grueso) (Asfalto PEN 60-70)	ADHESIVIDAD (A. Fino) (Asfalto PEN 60-70)
						A. Grueso	A. Grueso	A. Fino		
RIO CAÑETE	81 + 800	CRC - 1	M - 1	0.00 - 1.50	86.1	12.7	1.5	2.4	95%	GRADO 4 **

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

Fuente: ASOC. AYESA - ALPHA CONSULT S.A.

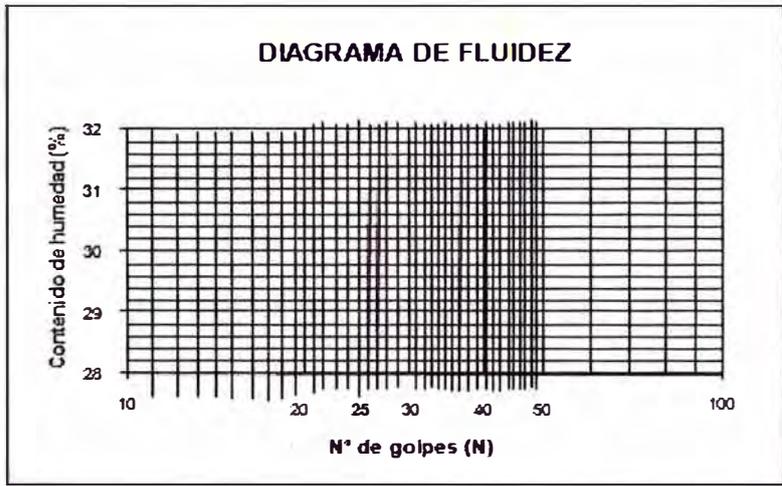
CUADRO N° D.3 RESUMEN DE ENSAYOS QUÍMICOS DE CANTERAS

CANTERA	PROGRESIVA (Km)	CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	CL (ppm)	SO ₄ (ppm)	S.S.T. (ppm)
RIO CAÑETE	81 + 850	CRC - 1	M - 1	0.00 - 1.50	7.62	51.63	139.75

Fuente: ASOC. AYESA - ALPHA CONSULT S.A.

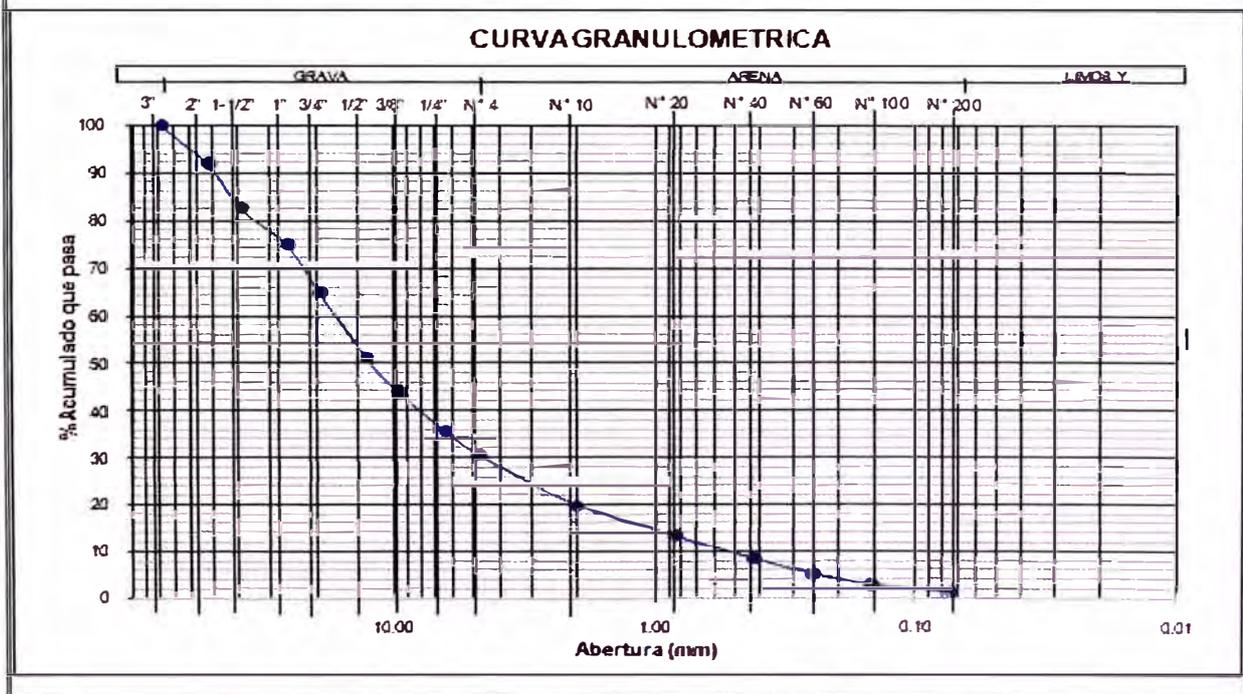
SOLICITANTE	ASOCIACION AYESA - ALPHA CONSULT S.A.		
PROYECTO	REDES VIALES NACIONALES N° 5 y N° 6 DE PROMCEPRI - TRAMO : LUNAHUANA - HUANCAYO		
UBICACION			
FECHA	SETIEMBRE DE 1998		
PROGRESIVA	Km. 81+800	CALICATA	CRC - 1
LADO		MUESTRA	M - 1
CANTERA	RIO CAÑETE	PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 1.50

TAMICES A.S.T.M.	ABERTURAS (mm)	ACUMULADO QUE PASA
3"	76.000	100.0
2"	50.800	91.9
1-1/2"	38.100	82.4
1"	25.400	75.0
3/4"	19.100	64.9
1/2"	12.700	51.2
3/8"	9.520	43.8
1/4"	6.350	35.6
N° 4	4.760	30.6
N° 10	2.000	19.9
N° 20	0.840	13.4
N° 40	0.420	8.5
N° 60	0.250	5.2
N° 100	0.149	2.8
N° 200	0.074	1.5
D ₁₅ (mm) =	0.549	CU = 30.6
D ₃₀ (mm) =	4.605	CC = 2.3
D ₆₀ (mm) =	16.811	



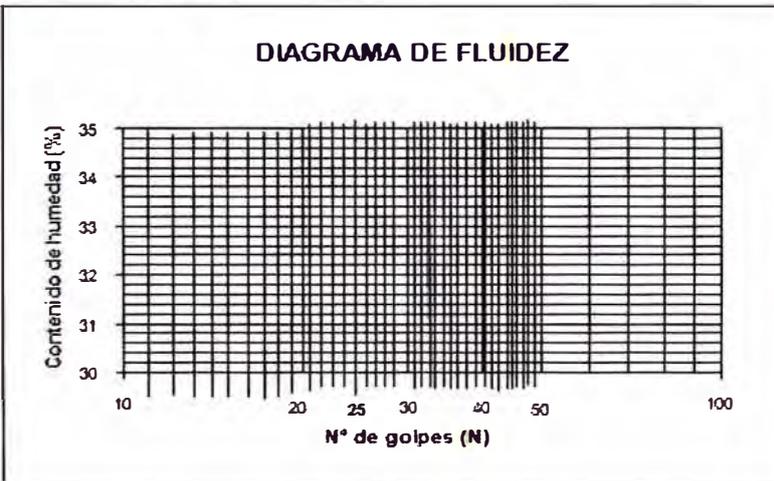
PUNTOS	1	2	3	4
N° GOLPES				
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)				
LIMITE LIQUIDO (LL) =				
LIMITE PLASTICO (LP) =				
INDICE PLASTICO (IP) =				

CLASIFICACION SUCS : **GV**
CLASIFICACION AASHTO : **A-1a (0)**



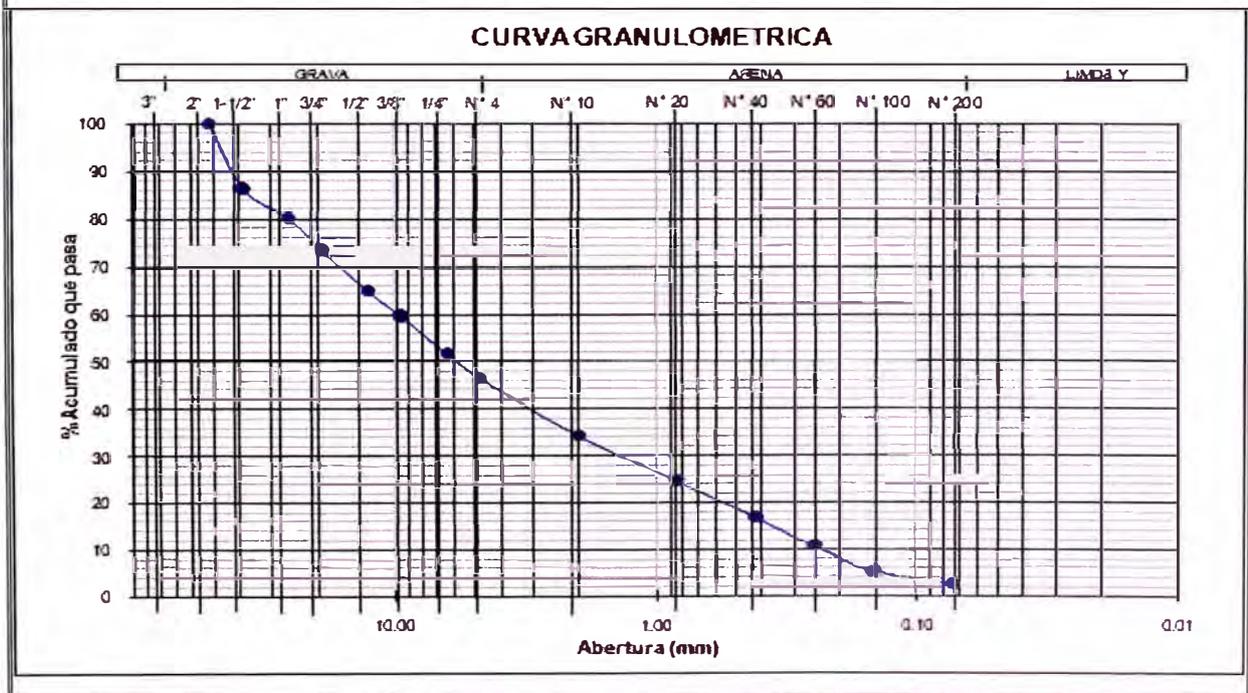
SOLICITANTE	ASOCIACION AYESA - ALPHA CONSULT S.A.		
PROYECTO	REDES VIALES NACIONALES N° 5 y N° 6 DE PROMCEPRI - TRAMO : LUNAHUANA - HUANCAYO		
UBICACION			
FECHA	SEPTIEMBRE DE 1998		
PROGRESIVA	Km. 81+800	CALICATA	CRC - 2
LADO		MUESTRA	M - 1
CANTERA	RIO CAÑETE	PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 1.20

TAMICES A.S.T.M.	ABERTURAS (mm)	ACUMULADO QUE PASA
3"	76.000	
2"	50.800	100.0
1-1/2"	38.100	86.4
1"	25.400	80.1
3/4"	19.100	73.4
1/2"	12.700	64.9
3/8"	9.520	59.6
1/4"	6.350	51.8
N° 4	4.760	46.5
N° 10	2.000	34.3
N° 20	0.840	24.7
N° 40	0.420	16.8
N° 60	0.250	10.7
N° 100	0.149	5.5
N° 200	0.074	2.5
D₁₀ (mm) = 0.236 CU = 41.4		
D₃₀ (mm) = 1.480 CC = 1.0		
D₆₀ (mm) = 9.760		



PUNTOS	1	2	3	4
N° GOLPES				
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)				
LIMITE LIQUIDO (LL) =	----			
LIMITE PLASTICO (LP) =	NP			
INDICE PLASTICO (IP) =	NP			

CLASIFICACION SUCS : GV
CLASIFICACION AASHTO : A-1a (0)



ANEXO N° 6

EXPEDIENTE TECNICO

**“MONITOREO DE SERVICIABILIDAD DE LA CARRETERA CAÑETE-
YAUYOS DEL KM. 79+000 AL KM. 84+000 - GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y
ESTABILIDAD DE TALUDES”**

CONTENIDO

- 1.0 NOMBRE DEL PROYECTO
- 2.0 MEMORIA DESCRIPTIVA
- 3.0 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
- 4.0 PLANILLA DE METRADOS
- 5.0 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
- 6.0 PRESUPUESTO
- 7.0 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN
- 8.0 PLANOS

EXPEDIENTE TÉCNICO

1.0 NOMBRE DEL PROYECTO

“Monitoreo de Serviciabilidad de la Carretera Cañete-Yauyos del Km. 79+000 al Km. 84+000 - Geología, Geotecnia y Estabilidad de Taludes”

2.0 MEMORIA DESCRIPTIVA

GENERALIDADES

El presente expediente técnico tiene como finalidad cuantificar o estimar costos por concepto de obras relacionadas a la estabilización de taludes, luego de haber realizado una evaluación mediante las observaciones de campo, ensayos de laboratorio y labores de gabinete, correspondiente al tramo en estudio de 5 kilómetros.

ANTECEDENTES

La Red Vial Nacional R22 se proyecta como una ruta alterna entre los departamentos de Lima y Junín, la cual ayudará a aligerar el tránsito vehicular de carga y pasajeros de la Carretera Central, permitiendo el transporte continuo y seguro durante la temporada de máximo flujo vehicular, por ello, en el aspecto de la estabilidad de los taludes se pretende realizar toda una serie de medidas correctivas adecuada a cada caso en particular de modo que garanticen la continua transitabilidad de la vía.

UBICACIÓN

El tramo en estudio se encuentra ubicado en el Distrito de Catahuasi de la Provincia de Yauyos, Departamento de Lima, El cuadro adjunto muestra la ubicación del tramo en estudio:

UBICACIÓN DEL TRAMO EN ESTUDIO

Tramo	Progresiva	Coordenadas UTM-WGS84	Altitud (msnm)
Inicio	79+000	403,276 E – 8'584,899 N	1,168
Fin	84+000	400,045 E – 8'587,062 N	1,278

ACCESO

La ruta de acceso es a través de la Carretera Cañete-Yauyos hasta llegar al poblado de Catahuasi (Km 78+805).

ESTADO ACTUAL

Teniendo en cuenta la visita de campo y los análisis realizados en gabinete, se ha realizado una evaluación de los taludes en toda la longitud del tramo, identificándose sectores de características homogéneas y evaluándolas de acuerdo a lo descrito anteriormente:

- Taludes con caída inminente de bolonería o rocas.
- Desprendimientos leves a moderados de material.
- Posibilidad de caída de árboles.
- Erosión de plataforma.
- Caída de material fino-granular en taludes.

3.0 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

3.1 CORTE Y PERFILADO MANUAL DE TALUD EN SUELO CON BOLONERIAS

Descripción

Esta partida está referida al corte y perfilado manual del terreno en taludes existentes en el área de trabajo hasta obtener volúmenes que faciliten su posterior retiro.

Requerimientos de construcción

Ayudados con herramientas manuales apropiadas, se procederá al corte y perfilado del terreno existente, hasta obtener volúmenes que fácilmente puedan ser retirados o acarreados.

Control

El Supervisor deberá controlar que estos trabajos se desarrollen dentro de las condiciones mínimas de seguridad para los trabajadores.

Medición

La medición de los trabajos efectuados se realizará según la cantidad de metros cúbicos (m³) ejecutados, contando con la aceptación de la Supervisión.

Pago

El volumen de terreno cortado u perfilado se pagará según precio unitario establecido en la partida, constituyendo dicho precio y pago compensación plena por mano de obra, leyes sociales, herramientas y todos los imprevistos necesarios para materializar dicha partida.

3.2 ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE

Descripción

Esta partida esta referida a la eliminación de los materiales sobrantes del movimiento de tierras, luego de haberse seleccionado y acopiado el material útil para los rellenos u otros de la obra.

Equipo

El Contratista propondrá, para consideración del Supervisor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales garantizarán el avance físico de ejecución, según el programa de trabajo, que permita el desarrollo de las etapas constructivas siguientes.

Requerimientos de Construcción

El alcance de la partida es desde el carguío de los materiales excedentes desde su ubicación hasta su traslado y posterior descarga en los botaderos especificados por el Supervisor, donde el contratista deberá realizar procedimientos de tratamiento adecuado de dicho material desechado tales como: acomodo, nivelado, etc.

El destino final de los materiales excedentes, será elegido de acuerdo con las disposiciones y requerimientos dados por el supervisor.

Control

El Supervisor deberá controlar que estas labores, para mantener orden y limpieza en la obra, sean realizadas de manera adecuada y con la mayor fluidez

posible. Asimismo, se verificará que el material sea desechado en lugares adecuados para tal fin y que en el lugar se les proporcione el tratamiento adecuado, que evite impactos negativos del medio.

Medición

La medición del material eliminado de acuerdo a estas especificaciones y aprobadas por el Supervisor se hará en metro cúbicos (m³) de material suelto transportado a los botaderos, contando con la aprobación de la Supervisión de la obra.

Pago

El volumen de material eliminado en la forma antes indicada será pagado según precio unitario para la partida, constituyendo dicho precio y pago compensación plena por mano de obra, leyes sociales, herramientas, equipos, transporte, suministros e imprevistos necesarios para completar la partida.

3.3 REMOCION DE ÁRBOLES EN BORDE DE TALUDES

Descripción

Este trabajo consiste en el desbroce y limpieza del talud en las áreas que ocuparán las obras del proyecto vial.

El trabajo incluye, también, la disposición final dentro o fuera de la zona del proyecto, de todos los materiales provenientes de las operaciones de desbroce y limpieza, previa autorización del Supervisor, atendiendo las normas y disposiciones legales vigentes.

Requerimientos de Construcción

Los trabajos de desbroce y limpieza deberán efectuarse en todas las zonas señaladas en los planos o indicadas por el Supervisor y de acuerdo con procedimientos aprobados por éste, tomando las precauciones necesarias para lograr condiciones de seguridad satisfactorias.

Para evitar daños en la vía o en los árboles que deban permanecer en su lugar, se procurará que los árboles que han de derribarse caigan en el centro de la zona objeto de limpieza, troceándolos por su copa y tronco progresivamente, cuando así lo exija el Supervisor.

Control

El Supervisor considerará terminados los trabajos de demolición y remoción cuando la zona donde ellos se hayan realizado quede despejada, de manera que permita continuar con las otras actividades programadas, y los materiales sobrantes hayan sido adecuadamente dispuestos de acuerdo con lo que establece la presente especificación.

Medición

La unidad de medida de la remoción será la unidad (Und).

Pago

El pago se hará a los precios unitarios respectivos, estipulados en el contrato según la unidad de medida, por todo trabajo ejecutado satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación, aceptado por el Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir además todos los costos por las operaciones necesarias para efectuar las demoliciones, transporte y descarga en el sitio de disposición final, de acuerdo con lo señalado por el Supervisor.

3.4 RED DE ALTA RESISTENCIA

Descripción

La red a doble torsión para el revestimiento de taludes contra la caída de rocas, deberá ser una red flexible, cuyos paños deberán tener las mallas uniformes con ambos bordes longitudinales reforzados con un alambre de diámetro superior al de la misma red.

Requerimientos de Construcción

El revestimiento de Zn 5 Al MM debe adherir al alambre de tal forma que después del alambre haber sido enrollado 15 veces por minuto alrededor de un madril, cuyo diámetro sea igual a 3 veces el del alambre, no pueda ser escamado, quebrado o removido con el pasar del dedo de acuerdo con la especificación de la ASTM A856M-98.

Adicionalmente al recubrimiento con Zn 5Al MM (Galfan), el alambre usado para la fabricación de la malla tendrá un revestimiento de PVC (polivinil cloruro), como

manera de garantizar su durabilidad en el tiempo, y que no sea afectado por sustancias químicamente agresivas y corrosiones extremas.

- Espesor mínimo de 0.40mm, de acuerdo a la norma NBR 10514.
- Masa específica entre 1.30 A 1.35 Kg/dm³, de acuerdo a la norma NBR 10514.
- Dureza entre 50 y 60 shore D, de acuerdo a la norma NBR 10514.
- Elongación de ruptura mayor que 250%, de acuerdo a la norma NBR 10514.

Control

El Supervisor deberá controlar que estas labores de instalación de la red de alta resistencia tengan la seguridad requerida mínima de los trabajadores, de manera que sean realizadas de manera adecuada y con la mayor fluidez posible.

Medición

La unidad de medida de la remoción será metro cuadrado (m²).

Pago

El área de red de alta resistencia instalada se pagará según precio unitario establecido en la partida, constituyendo dicho precio y pago compensación plena por mano de obra, leyes sociales, herramientas, equipos y todos los imprevistos necesarios para materializar dicha partida.

3.5 MURO DE CONTENCION ARTESANAL DE PIEDRA

Descripción

Los muros de contención serán de piedra colocada, con las dimensiones requeridas que permitan un buen desempeño de seguridad.

Requerimiento de Construcción

La colocación de las piedras que conforman el muro de contención se hará cuidadosamente manteniendo la verticalidad necesaria, debiendo efectuarse esta operación con una constante supervisión. Para la elección de las piedras se hará de tal manera que permitan la fácil y segura colocación.

Control

Se deberá controlar la calidad de los materiales así como los procesos de instalación, para lo cual el supervisor requerirá o realizará pruebas in situ de la calidad de los materiales.

Medición

La unidad de medida será el metro lineal (m) de muro de contención artesanal colocado.

Pago

El trabajo será pagado según el costo unitario establecido contractualmente para dicha partida, de acuerdo al avance ejecutado y con la aprobación del supervisor.

3.6 REFORZAMIENTO DE TALUDES EXISTENTES CON SHOTCRETE

Descripción

Actualmente los taludes están estabilizados en su gran mayoría con éste sistema, por ello se reforzará en los puntos que requieran dicho mantenimiento de tal manera que sigan permitiendo un buen desempeño en la seguridad de la vía.

Requerimiento de Construcción

El shotcrete (concreto lanzado) será aplicado a zonas permanentes y perturbadas en los taludes para eliminar el potencial de erosión.

La resistencia del concreto lanzado deberá ser de de 25 Mpa (255 kg/cm²). Para la protección de taludes se colocará capas con un espesor mínimo de 2 pulgadas.

Si el caso lo amerita, debe de emplearse en combinación con anclajes.

Si existen materiales de alteración como arcillas o limos en juntas o fallas de la roca deben eliminarse antes de proyectar el shotcrete.

Debe efectuarse esta operación con una constante supervisión.

Control

Se deberá controlar la calidad de los materiales así como los procesos de instalación, para lo cual el supervisor requerirá o realizará pruebas in situ de la calidad de los materiales.

Medición

La unidad de medida será el metro cuadrado (m²) de shotcrete colocado, contando con la aprobación de la Supervisión de la obra.

Pago

El área de terreno estabilizado se pagará según precio unitario establecido en la partida, constituyendo dicho precio y pago compensación plena por mano de obra, leyes sociales, herramientas y todos los imprevistos necesarios para materializar dicha partida.

4.0 PLANILLA DE METRADOS

Se describen las progresivas de los puntos a los cuales se les aplica la medida correctiva propuesta, como también puede apreciarse en el plano E-01.

CORTE Y PERFILADO MANUAL DE TALUD EN SUELO CON BOLONERIAS

ITEM	PROGRESIVA	UNIDAD	ANCHO	LARGO	ALTO	SUBTOTAL
1	79+050	m3	1.00	2.00	1.00	2.00
2	79+150	m3	1.00	2.00	1.00	2.00
3	79+380	m3	1.00	2.00	1.00	2.00
4	81+640	m3	2.00	10.00	3.00	60.00
5	81+770	m3	1.00	4.00	0.50	2.00
6	82+890	m3	1.00	5.00	1.00	5.00
7	83+370	m3	0.50	4.00	1.00	2.00
TOTAL METRADO						75.00

ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CARGUIO MANUAL DPROM=5KM

ITEM	PROGRESIVA	UNIDAD	ANCHO	LARGO	ALTO	SUBTOTAL
1	79+050	m3				2.25
2	79+150	m3				2.25
3	79+380	m3				2.25
4	81+640	m3				67.70
5	81+770	m3				2.25
6	82+890	m3				6.00
7	83+370	m3				2.30
TOTAL METRADO						85.00

REMOCION DE ARBOLES EN BORDE DE TALUDES

ITEM	PROGRESIVA	UNIDAD	ANCHO	LARGO	ALTO	SUBTOTAL
1	80+340	Und				1.00
2	83+940	Und				1.00
TOTAL METRADO						2.00

RED HEXAGONAL DE ALTA RESISTENCIA 10X12, DIÁM. 2.40 MM. (ZN-5AL-MM + PVC)

ITEM	PROGRESIVA	UNIDAD	ANCHO	LARGO	ALTO	SUBTOTAL
1	81+250	m2		20.00	10.00	200.00
TOTAL METRADO						200.00

MURO DE CONTENCION ARTESANAL DE PIEDRA

ITEM	PROGRESIVA	UNIDAD	ANCHO	LARGO	ALTO	SUBTOTAL
1	82+890	ml		15.00		15.00
2	83+980	ml		5.00		5.00
TOTAL METRADO						20.00

REFORZAMIENTO DE TALUDES EXISTENTES DE SHOTCRETE

ITEM	PROGRESIVA	UNIDAD	ANCHO	LARGO	ALTO	SUBTOTAL
1	79+050	m2		12.00	3.00	36.00
2	81+160	m2		13.00	4.00	52.00
3	81+640	m2		10.00	4.00	40.00
4	81+770	m2		11.00	2.00	22.00
TOTAL METRADO						150.00

Resumen del metrado:

1.0 INVERSION INICIAL

ITEM	DESCRIPCION	UND.	METRADO
1.1	CORTE Y PERFILADO MANUAL DE TALUD EN SUELO CON BOLONERIAS	m3	75.00
1.2	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CARGUIO MANUAL DPROM=5km	m3	85.00
1.3	REMOCION DE ARBOLES EN BORDE DE TALUDES	Und.	2.00
1.4	RED HEXAGONAL DE ALTA RESISTENCIA 10X12, DIÁM. 2.40 MM.	m2	200.00
1.5	MURO DE CONTENCION ARTESANAL DE PIEDRA	mI	20.00
1.6	REFORZAMIENTO DE TALUDES EXISTENTES DE SHOTCRETE	m2	150.00

2.0 MANTENIMIENTO PERIODICO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	METRADO
2.1	MANTENIMIENTO PERIODICO DE LIMPIEZA EN TALUDES L=5km	Año	7.00

5.0 ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIOS

Se describen los siguientes precios unitarios:

1.1 CORTE Y PERFILADO MANUAL DE TALUD EN SUELO CON BOLONERIAS						
MO.	20.000	EQ.	20.000	Costo unitario directo por :		
				m3	5.86	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla		Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	0.1000		0.0400	4.72	0.19
OPERARIO	hh	1.0000		0.4000	3.93	1.57
PEON	hh	3.0000		1.2000	3.18	3.82
						5.58
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			5.00	5.58	0.28
						0.28

1.2 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CARGUIO MANUAL DPROM=5KM

MO. 85.000 EQ. 85.000 Costo unitario directo por : **5.49**
m3

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0094	4.72	0.04
PEON	hh	4.0000	0.3765	3.18	1.20
					1.24
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00	1.24	0.06
CAMION VOLQUETE 4 X 2 140-210 HP 6 m3	hm	1.0000	0.0941	44.50	4.19
					4.25

1.3 REMOCION DE ARBOLES EN BORDE DE TALUDES

MO. 1.000 EQ. 1.000 Costo unitario directo por : **82.50**
Und

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.8000	4.72	3.78
PEON	hh	3.0000	24.0000	3.18	76.32
					80.10
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	80.10	2.40
					2.40

1.4 RED HEXAGONAL DE ALTA RESISTENCIA 10X12, DIÁM. 2.40 MM. (ZN-5AL-MM + PVC)
MO. 100.000 EQ. 1.000 Costo unitario directo por : **6.77**
m2

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.5	0.04	4.72	0.19
OPERARIO	hh	1	0.08	3.93	0.31
OFICIAL	hh	3	0.24	3.53	0.85
PEON	hh	2	0.16	3.18	0.51
					1.86
Materiales					
ANCLAJE SUPERIOR/INFERIOR DE 3/4" x .50 M.	und		0.066	1.15	0.08
CUBOS DE CONCRETO	und		0.066	1.75	0.12
CABLE DE ACERO GALVANIZADO DE 5/8 "	ml		0.100	1.35	0.14
GRAPAS PARA CABLES 5/8 "	und		0.066	3.10	0.20
MALLA DE DOBLE TORSIÓN, 10 X 12	m2		1.020	4.24	4.32
					4.86
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00%	1.86	0.06
					0.06

1.5 MURO DE CONTENCION ARTESANAL DE PIEDRA

MO. 12.000 EQ. 12.000 Costo unitario directo por : **17.73**
ml

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.4000	0.2667	4.72	1.26
PEON	hh	4.0000	2.6667	3.18	8.48
					9.74
Materiales					
PIEDRAS MURO	m3		0.750	10.00	7.50
					7.50
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00	9.74	0.49
					0.49

1.6 REFORZAMIENTO DE TALUDES EXISTENTES DE SHOTCRETE

MO. 200

EQ. 200

Costo unitario directo por :
m²

7.70

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	4.72	0.02
OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	3.93	0.16
PEON	hh	1.0000	0.0400	3.18	0.13
					0.30
Materiales					
CEMENTO PORTLAND TIPO I	bls		0.710	5.52	3.92
AGREGADO GRUESO	m ³		0.030	13.79	0.41
AGREGADO FINO	m ³		0.040	10.34	0.41
AGUA	m ³		0.020	2.00	0.04
					4.79
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.00	0.30	0.01
EQUIPO PROYECTOR DE SHOTCRETE 3M ³ /H	hm	1.0000	0.0400	65.00	2.60
					2.61

2.1 MANTENIMIENTO PERIODICO DE LIMPIEZA EN TALUDES L=5km

MO. 1.000

EQ. 1.000

Costo unitario directo por :
Año

478.71

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.4000	3.2000	4.72	15.10
PEON	hh	4.0000	32.0000	3.18	101.76
					116.86
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.00	116.86	5.84
CAMION VOLQUETE 4 X 2 140-210 HP 6 m ³	hm	1.0000	8.0000	44.50	356.00
					361.84

6.0 PRESUPUESTO

Proyecto : Monitoreo de Serviciabilidad de la Carretera Cañete-Yauyos del Km. 79+000 al Km. 84+000

Sub-Proyecto : Estabilización de Taludes

Cliente : Ministerio de Transporte y Comunicaciones

Lugar : Lima - Yauyos - Catahuasi

1.0 INVERSION INICIAL

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	C.U. (\$)	PARCIAL (\$)
1.1	CORTE Y PERFILADO MANUAL DE TALUD EN SUELO CON BOLONERIAS	m3	75.00	5.86	439.17
1.2	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CARGUIO MANUAL DPROM=5KM	m3	85.00	5.49	466.81
1.3	REMOCION DE ARBOLES EN BORDE DE TALUDES	Und	2.00	82.50	165.00
1.4	RED HEXAGONAL DE ALTA RESISTENCIA 10X12, DIÁM. 2.40 MM. (ZN-5AL-MM + PVC)	m2	200.00	6.77	1,354.12
1.5	MURO DE CONTENCION ARTESANAL DE PIEDRA	ml	20.00	17.73	354.51
1.6	REFORZAMIENTO DE TALUDES EXISTENTES DE SHOTCRETE	m2	150.00	7.70	1,154.83
TOTAL MONTO DE INVERSION INICIAL (\$)					3,934.45

COSTO DIRECTO	3,934.45
GASTOS GENERALES (20.00%)	786.89
UTILIDAD (10.00%)	<u>393.44</u>
SUB-TOTAL	5,114.78
IGV (19.00%)	<u>971.81</u>
TOTAL PRESUPUESTO	6,086.59

SON: SEIS MIL OCHENTA Y SEIS CON 59/100 DOLARES AMERICANOS

2.0 MANTENIMIENTO PERIODICO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	C.U. (\$)	PARCIAL (\$)
2.1	MANTENIMIENTO PERIODICO DE LIMPIEZA EN TALUDES L=5km	Año	7.00	478.71	3,350.95
TOTAL MONTO MANTENIMIENTO PERIODICO (\$)					3,350.95

COSTO DIRECTO	3,350.95
GASTOS GENERALES (20.00%)	670.19
UTILIDAD (10.00%)	<u>335.10</u>
SUB-TOTAL	4,356.24
IGV (19.00%)	<u>827.68</u>
TOTAL PRESUPUESTO	5,183.92

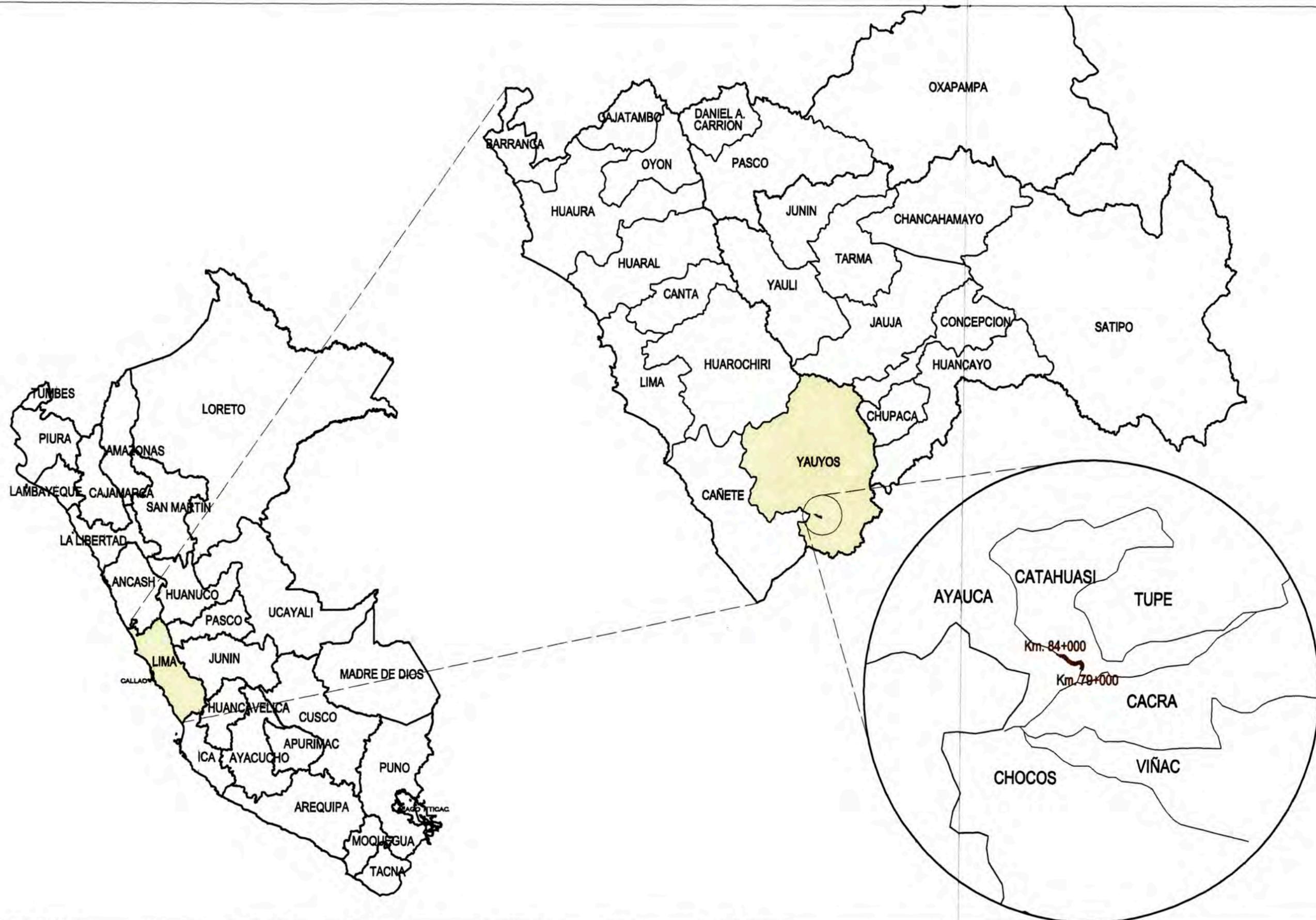
SON: CINCO MIL OCHENTA Y TRES CON 92/100 DOLARES AMERICANOS

7.0 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

ITEM	DESCRIPCION	MES1			
		S1	S2	S3	S4
1.1	CORTE Y PERFILADO MANUAL DE TALUD EN SUELO CON BOLONERIAS	■	■		
1.2	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CARGUIO MANUAL DPROM=5KM		■	■	
1.3	REMOCION DE ARBOLES EN BORDE DE TALUDES	■			
1.4	RED HEXAGONAL DE ALTA RESISTENCIA 10X12, DIÁM. 2.40 MM. (ZN-5AL-MM + PVC)			■	■
1.5	MURO DE CONTENCIÓN ARTESANAL DE PIEDRA		■		
1.6	REFORZAMIENTO DE TALUDES EXISTENTES DE SHOTCRETE			■	■

8.0 PLANOS

Código	Descripción del Plano	Formato
U-01	PLANO DE UBICACIÓN GENERAL	A3
E-01	PUNTOS DE ESTABILIZACION DE TALUDES	A2



REVISIONES			EL INGENIERO COORDINADOR GENERAL:	EL INGENIERO COORDINADOR DEL PROYECTO:	EL INGENIERO JEFE DEL ESTUDIO:	ESCALA:	TITULO DEL PROYECTO:	PLANO:	DESIGNACION:	FECHA:
REV. N°:	FECHA	DESCRIPCION								
			JAVIER ARRIETA	GUSTAVO LLERENA	CHRISTIAN FALLA	1/15,000	MONITOREO DE SERVICIABILIDAD DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM. 79+00 AL KM. 84+000 GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTABILIDAD DE TALUDES	U-01	PLANO DE UBICACIÓN GENERAL	NOV - 2009
										N° DE PAGINA: 1/1



DATUM WGS84

TONOS IÓN	EL INGENIERO COORDINADOR GENERAL:	EL INGENIERO COORDINADOR DEL PROYECTO:	EL INGENIERO JEFE DEL ESTUDIO:	ESCALA:	TITULO DEL PROYECTO :	PLANO :	DESIGNACION :	FECHA :
	JAVIER ARRIETA	GUSTAVO LLERENA	CHRISTIAN FALLA	1/10,000	MONITOREO DE SERVICIABILIDAD DE LA CARRETERA CAÑETE - YAUYOS DEL KM. 79+00 AL KM. 84+000 GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y ESTABILIDAD DE TALUDES	E-01	PUNTOS DE ESTABILIZACION DE TALUDES	NOV - 2009
								N°. DE PAGINA : 1/1