

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



**MONITOREO DE SERVICIABILIDAD DE LA CARRETERA
CAÑETE YAUYOS DEL KM. 84+000 al KM. 89+000
EVALUACIÓN DE TALUDES**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

ALBERTO MANUEL ZELAYA ATOCHE

Lima- Perú

2009

Dedicatoria:

A mis padres que siempre me apoyaron a lo largo de mi carrera universitaria y me dieron la fuerza y la fortaleza para poder culminar con éxito este estudio.

ÍNDICE

RESUMEN	4
LISTA DE CUADROS	5
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS	8
INTRODUCCIÓN	9
CAPITULO I:	
RESUMEN DEL ESTUDIO DEL PERFIL	
1.1 ASPECTOS GENERALES	11
1.1.1 Ubicación	11
1.1.2 Marco de Referencia	12
1.2 DEFINICIÓN DE LAS CAUSAS Y DEL PROBLEMA	13
1.3 OBJETIVO DEL PROYECTO	14
1.4 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	15
1.5 ANÁLISIS DE LA DEMANDA	16
1.6 EVALUACIÓN ECONÓMICA	20
1.7 CONCLUSIONES	22
CAPITULO II:	
MARCO TEÓRICO	
2.1 TEORÍA DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES	23
2.1.1 Factores que afectan la Estabilidad del Talud	23
2.1.2 Tipos de deterioro de un Talud	27
2.1.3 Equilibrio Límite y Factor de Seguridad	33
2.2 MÉTODO SIMPLIFICADO DE LAS DOVELAS DE BISHOP	39
2.3 PROGRAMA R-SLOPE 4.0	40

CAPITULO III:

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1	ESTUDIO DE CANTERAS	41
3.1.1	Identificación de Canteras	41
3.1.2	Recomendaciones Generales para las Canteras	46
3.2	ESTUDIO DE FUENTES DE AGUA	47
3.2.1	Aspectos Generales	47
3.2.2	Ensayos Químicos de Laboratorio	47
3.3	DEPÓSITO DE MATERIAL EXCEDENTE (DME)	48
3.4	DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DE TALUDES CRÍTICOS	49
3.4.1	Diagnóstico de Taludes	49
a)	<i>Geología del Área de Estudio</i>	49
b)	<i>Tectónica</i>	51
c)	<i>Geodinámica Externa</i>	51
d)	<i>Estudio Geotécnico</i>	52
e)	<i>Inventario Situacional de Taludes Críticos</i>	53
3.4.2	Tratamiento de Taludes Críticos	55
3.4.3	Conservación de Taludes Críticos	65

CAPITULO IV:

EXPEDIENTE TÉCNICO

4.1	MEMORIA DESCRIPTIVA	68
4.1.1	Antecedentes	68
4.1.2	Objetivo	68
4.1.3	Ubicación del Proyecto	68
4.1.4	Información Topográfica	69
4.1.5	Estado Actual de la Carretera	69

4.1.6 Descripción del Proyecto	69
4.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	70
4.2.1 Gaviones	70
4.2.2 Geosintéticos	70
4.2.3 Desquinche manual de Taludes	70
4.2.4 Perfilado de Taludes	70
4.2.5 Protección de Taludes Contra la erosión	70
CONCLUSIONES	71
RECOMENDACIONES	72
BIBLIOGRAFÍA	73

ANEXOS:

ANEXO A: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ANEXO B: CANTERAS, FUENTES DE AGUA, BOTADEROS

ANEXO C: ENSAYO GRANULOMÉTRICO DE LA CALICATA KM. 86+300

ANEXO D: MODELAMIENTO CON R-SLOPE 4.0 DEL TALUD 84+700

ANEXO E: MODELAMIENTO CON R-SLOPE 4.0 DEL TALUD 85+400

RESUMEN

Actualmente el MTC está priorizando el mejoramiento y rehabilitación de carreteras para promover el desarrollo social y económico buscando que se integren efectivamente las zonas más alejadas y aisladas del país con centros dinámico económicos.

Mediante Resolución Ministerial N° 223-2007-MTC-02, modificada por Resolución Ministerial N° 408-2007-MTC/02, se creó el Programa “Proyecto Perú”, programa de infraestructura vial diseñado para mejorar las vías de integración de corredores económicos, conformando ejes de desarrollo sostenido con el fin de elevar el nivel de competitividad de las zonas rurales, en la Red Vial Nacional, Departamental y Vecinal.

En este informe se desarrolla la ingeniería a nivel de detalle en la especialidad de Geotecnia, el Diagnóstico de Taludes, del Proyecto: “Monitoreo de Serviciabilidad de la Carretera Cañete – Yauyos del Km 84+000 al Km 89+000”. En este estudio se desarrollan los conceptos básicos de geología y geotecnia para poder darles tratamiento a los taludes más afectados y poder dar una propuesta para la conservación de los taludes en la carretera en el periodo de 7 años.

Para la elaboración del presente informe se ha tenido en cuenta el uso de los nuevos materiales de construcción que se ofrecen actualmente como una alternativa para estabilizar los taludes, ya que han llegado a ser una buena solución en proyectos anteriores para los problemas que se diagnosticaron.

Se espera, que este informe sirva de base para evaluar cada vez más alternativas de solución y enriquecer la ingeniería con las metodologías y los procesos constructivos modernos.

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.1	Estado Actual de la Carretera	13
Cuadro 1.2	IMD por Sectores de Carretera	16
Cuadro 1.3	Tráfico Actual 2009 Zúñiga - Desvío Yauyos	16
Cuadro 1.4	Tráfico Normal Proyectado del Km 84+000 al Km 89+000 ...	17
Cuadro 1.5	Tráfico Generado del Km 84+000 al Km 89+000	18
Cuadro 1.6	Tráfico Desviado	19
Cuadro 1.7	Proyección de Tráfico Desviado	20
Cuadro 1.8	Resumen IMD Proyectado	20
Cuadro 1.9	Resumen de Evaluación Económica	20
Cuadro 1.10	Flujo Neto del Proyecto	21
Cuadro 2.1	Modelos de Estabilidad de Taludes	35
Cuadro 3.1	Ensayo de Clasificación de Suelos Cantera Piedra Prado ...	42
Cuadro 3.2	Ensayo de Clasificación de Suelos Cantera Río Cañete	43
Cuadro 3.3	Ensayo de Clasificación de Suelos Cantera Espuy	44
Cuadro 3.4	Ensayos Especiales de Suelos en Canteras	45
Cuadro 3.5	Accesos, Rendimientos y Disponibilidad de Canteras	46
Cuadro 3.6	Ensayos de Laboratorio de las fuentes de agua	47
Cuadro 3.7	Análisis Según la Norma 339.088 de las Fuentes de Agua ..	48
Cuadro 3.8	Características de Depósito de Material Excedente DME	48
Cuadro 3.9	Resultados de ensayos de Laboratorio Km 86+300	52
Cuadro 3.10	Ángulo de Fricción Drenados para Arenas y Limos	53
Cuadro 3.11	Listado de situación Actual de los Taludes Críticos del Km 84+000 al Km 89+000	54
Cuadro 3.12	Resultados de Refuerzos con Geomallas en Talud Km 84+700	57
Cuadro 3.13	Resultados de Fallas Profundas y Deslizamientos en Talud Km 84+700	58
Cuadro 3.14	Costos Materiales Alternativa 1 del Talud Km 84+700	59
Cuadro 3.15	Costos Materiales Alternativa 2 del Talud Km 84+700	61
Cuadro 3.16	Resultados de Refuerzos con Geomallas en Talud Km 85+400	63

Cuadro 3.17	Resultados de Fallas Profundas y Deslizamientos en Talud Km 85+400	63
Cuadro 3.18	Costos Materiales del Talud Km 85+400	64
Cuadro 3.19	Etapa Construcción de Taludes Críticos del Km 84+000 al Km 89+000	66
Cuadro 3.20	Etapa Mantenimiento Rutinario de Taludes Críticos del Km 84+000 al Km 89+000	67
Cuadro 3.21	Etapa Mantenimiento Periódico de Taludes Críticos del Km 84+000 al Km 89+000	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Ubicación del Proyecto	11
Figura 1.2	Estado Actual de la Carretera	13
Figura 1.3	Esquema Problema - Objetivo	14
Figura 1.4	Comparativo Flujo Neto del Proyecto	21
Figura 2.1	Tipos de Deterioro de un Talud	32
Figura 2.2	Esquema General de Cárcava de Erosión	33
Figura 2.3	Taludes Recomendables por Tipo de Material	38
Figura 2.4	Ilustración del Método de las Dovelas	39
Figura 2.5	Método Doble cuña para Suelos Reforzados	40
Figura 3.1	Mapa Geológico del Tramo Km 84+000 al Km 89+000	51
Figura 3.2	Talud Crítico de la Progresiva 84+700	56
Figura 3.3	Esquema de Solución alternativa 1 del Talud Km 84+700	59
Figura 3.4	Esquema de Solución alternativa 2 del Talud Km 84+700	60
Figura 3.5	Talud Crítico de la Progresiva 85+400	62
Figura 3.6	Esquema de Solución del Talud Km 85+920	64

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

MTC	Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
TSM	Tratamiento Superficial Monocapa.
TSB	Tratamiento Superficial Bicapa.
IMD	Índice Medio diario.
VAN	Valor Actual Neo.
TIR	Tasa Interna Retorno.
F.S	Factor de Seguridad.
τ_f	Resistencia Cortante Promedio del suelo.
τ_d	Esfuerzo Cortante Promedio en la Superficie de Falla.
C	Cohesión del Suelo.
\emptyset	Ángulo de Fricción del Suelo.
σ^f	Esfuerzo Cortante Efectivo sobre la Superficie de Falla.
W_n	Peso Efectivo de la n-ésima Dovela.
α_n	Ángulo de Inclinación del Peso Efectivo con el Radio del Círculo de Falla.
LL	Límite líquido.
LP	Límite Plástico.
IP	Índice Plástico.
SUCS	Sistema Unificado de Clasificación de suelos.
ASSHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
MDS	Máxima Densidad Seca.
O.H.	Óptimo Contenido de Humedad.
CBR	California Bearing Ratio.
R	Material para Relleno.
SB	Material para sub – Base.
B	Material para Base.
Cº	Material para Concreto.
C.A	Material para Carpeta asfáltica.
INGEMMET	Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico.
ASTM	American Society for Testing and Materials.

INTRODUCCIÓN

Provias Nacional ha creado el Programa Proyecto Perú, el cual es un programa de infraestructura vial diseñado para mejorar las vías de integración de los corredores económicos, conformando ejes de desarrollo sostenido con el fin de elevar el nivel de competitividad de las zonas rurales, en la red vial nacional, departamental y vecinal. En particular, la carretera en estudio conecta las localidades de Cañete, Lunahuaná, Pacarán, Zúñiga, división Yauyos, Chupaca, integrando los departamentos de Lima y Junín por medio del corredor vial N° 13. En esta zona de estudio se destacan varios problemas a resolver, entre los que están la Seguridad vial, Impacto ambiental, drenaje, estabilidad de taludes, zonas de derrumbes, acumulación de desechos, así como el deterioro de la superficie de rodadura.

El presente informe se enfoca en la evaluación de los taludes del Km 84+000 al Km 89+000 siendo el objetivo principal a través del diagnóstico de la situación actual plantear alternativas para el tratamiento de los taludes críticos así como de conservación durante 7 años, por lo que el informe está dividido en los siguientes capítulos:

En el capítulo I, se muestra un resumen del Estudio a nivel de Perfil de la Carretera Lunahuaná – Desvío Yauyos – Chupaca, en el tramo Km 84+000 al Km 89+000 donde se realizó un inventario de todos los problemas de superficie de rodadura, drenaje, taludes, impacto ambiental y se plantearon 3 alternativas de solución para el mejoramiento de la serviciabilidad del tramo en estudio y mediante la metodología del SNIP a través de un análisis de tráfico y económico se escogió la alternativa más rentable calculando su flujo de caja en el tiempo del proyecto de 7 años.

En el capítulo II, se desarrolla el fundamento teórico necesario para entender la estabilidad de taludes, se identifican los factores que afectan la estabilidad de los taludes, tipos de erosión, se citan metodologías para el cálculo de la estabilidad y se detalla entre ellas, la metodología de las Dovelas de Bishop, así como la descripción del programa Re-Slope 4.0 para el modelamiento y tratamiento de taludes con geosintéticos.

En el Capítulo III, en la primera parte, se hace una evaluación de las canteras, fuentes de agua y depósitos de material excedente para poder realizar los trabajos sugeridos para mejorar la serviciabilidad, en la segunda parte se hace un diagnóstico de la situación actual a través de las condiciones geológicas y geodinámicas existentes en la zona, información topográfica, geotécnica y la inspección de campo realizada en la cual se determinaron los taludes más críticos y se plantean diversas alternativas para su tratamiento mediante el uso de gaviones con geosintéticos y mediante tratamiento periódico y rutinario con actividades como revegetación, desquinche de taludes para poder mantener la serviciabilidad en el periodo de 7 años.

En el capítulo IV, se realiza la memoria descriptiva del proyecto así como las especificaciones técnicas de las partidas que se proponen para el tratamiento y conservación de los taludes críticos de la zona.

CAPÍTULO I

RESUMEN DEL ESTUDIO DEL PERFIL

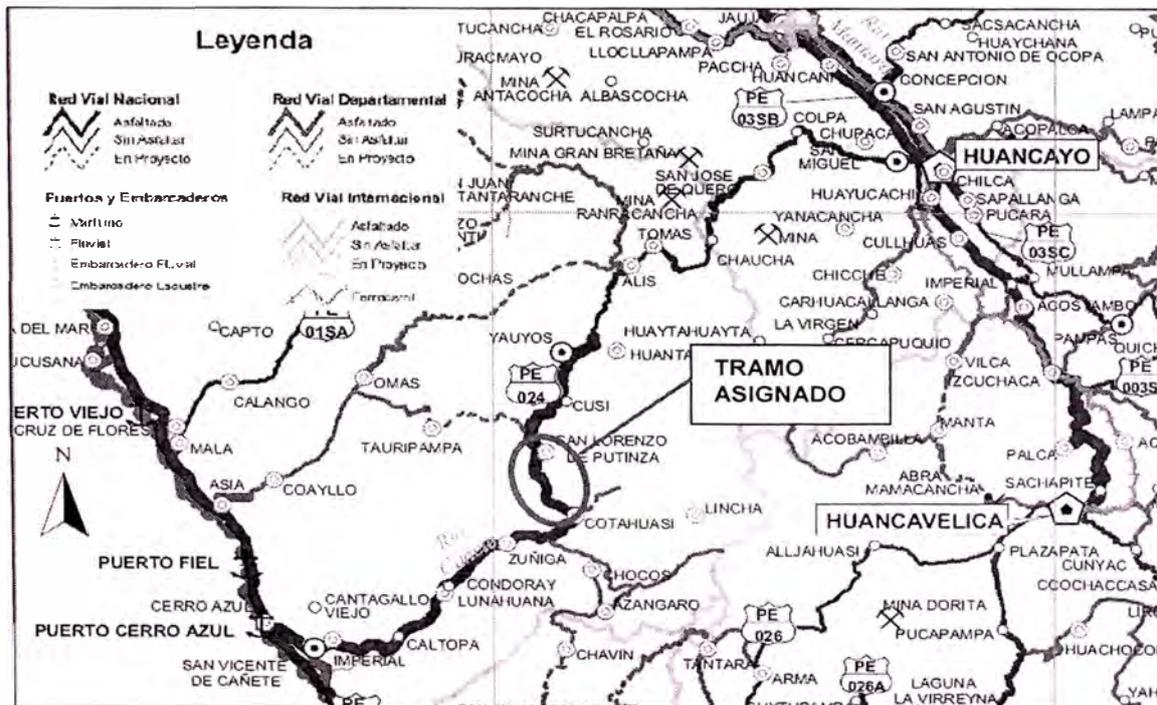
1.1 ASPECTOS GENERALES.

1.1.1 Ubicación.

La carretera Cañete - Lunahuaná - Yauyos - Huancayo se encuentra ubicada en el departamento de Perú y forma parte de la Ruta N° PE-24 de la Red Vial Nacional, está ubicado al sureste centro del país que conecta las regiones de Lima y Junín con sus diversas capitales provinciales, distritales y centros poblados localizados en el área de influencia de la vía (**ver figura 1.1**). Su altitud varía desde los 165 m.s.n.m. (Cañete) hasta 3249 (Huancayo) m.s.n.m., su punto más alto se encuentra en el Abra Chaucha ubicada en el Km 195+135 con una altitud de 4751 msnm y su longitud total es de 284.531 Km. aproximadamente.

El tramo a estudiar va desde el Km 84+000 hasta el Km 89+000 entre los pueblos de Canchan y Chichicay.

Figura 1.1 Ubicación del Proyecto.



FUENTE: Oficina General de Planeamiento y Presupuesto-MTC-JULIO 2009.

1.1.2 Marco de Referencia.

La Carretera Central es una vía de conexión entre los Corredores Económicos Costa, Sierra y Selva del país, mediante la cual se hace posible el intercambio comercial entre Lima, los valles interandinos y la selva peruana.

El monitoreo de serviciabilidad del tramo de la carretera en estudio nace de la necesidad de optar por un desvío alternativo para la Carretera Central la cual actualmente no cuenta con un tránsito fluido y rápido debido a características propias de clima y topografía.

A su vez dicho proyecto forma parte del Programa de Desarrollo Vial “Proyecto Perú”, el cual, mediante Resolución Ministerial N° 223-2007-MTC-02, modificada por Resolución Ministerial N° 408-2007-MTC/02, se crea con la finalidad de mejorar las vías de integración de corredores económicos, conformando ejes de desarrollo sostenido con el fin de elevar el nivel de competitividad de las zonas rurales, en la Red Vial Nacional, Departamental y Vecinal.

El proyecto se enmarca dentro de los lineamientos y funciones de las regiones en lo referente a la atención de las necesidades básicas de la población a través del desarrollo de obras de infraestructura social y económica que contribuyan con el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

El Programa “Proyecto Perú” aspira a establecer un sistema de contratación de las actividades de conservación de la infraestructura vial, mediante contratos en los que las prestaciones se controlen por niveles de servicio y por plazos iguales o superiores a tres (3) años, que implican el concepto de “transferencia de riesgo” al Contratista.

Bajo este sistema se desarrolla una cultura preventiva, con la finalidad de evitar el deterioro prematuro de las vías mediante intervenciones rutinarias y periódicas de manera oportuna. Esto significa en la práctica, actuar permanentemente para mantener la carretera en óptimas condiciones de transitabilidad.

1.2 DEFINICIÓN DE LAS CAUSAS Y DEL PROBLEMA.

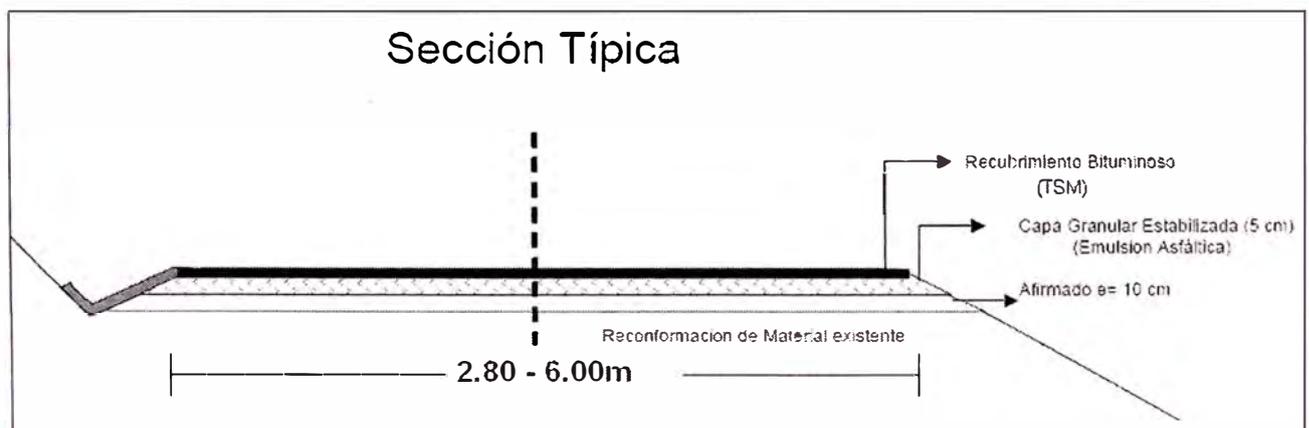
El tramo asignado de la carretera comprende desde el Km 84+000 al Km 89+000 y actualmente la estructura está conformada por 0.05 m de capa granular estabilizada con emulsión asfáltica y 9 mm de Tratamiento superficial Monocapa directamente colocados sobre terreno natural nivelado. (*Ver figura 1.2*).

Cuadro 1.1 Estado Actual de la Carretera.

TRAMO PRINCIPAL	TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA	LONGITUD (km)
Lunahuaná - Pacarán	TSB	11.91
Pacarán - Zúñiga	TSB	3.74
Zúñiga -Desvío Yauyos	Base estabilizada +TSM	70.4

FUENTE: Elaboración propia.

Figura 1.2 Estado Actual de la Carretera



FUENTE: MTC.- Términos de Referencia del Contrato de Conservación Vial por niveles de servicio de la Carretera Cañete – Chupaca.

◆ Problema Central:

El problema Central es la baja Serviciabilidad de la vía y bajo nivel de competitividad de la carretera como vía alterna de la Carretera Central.

◆ **Causas:**

- Deficiente diseño vial. (Trazo y anchos de vía)
- Ancho de calzada reducido y presencia de curvas muy cerradas.
- Mal estado de superficie de rodadura: problemas de exudación.
- Rápido deterioro de la vía por condiciones de diseño de pavimento y proceso constructivo.
- Drenaje deficiente.
- Señalización deficiente e insuficiente.

◆ **Efectos:**

- Inseguridad en la vía y posibles accidentes de tránsito.
- Incremento de pérdidas en el transporte de productos perecibles.
- Altos costos de operación vehicular.
- Aumento de los tiempos de viaje.
- Menor accesibilidad a servicios básicos.

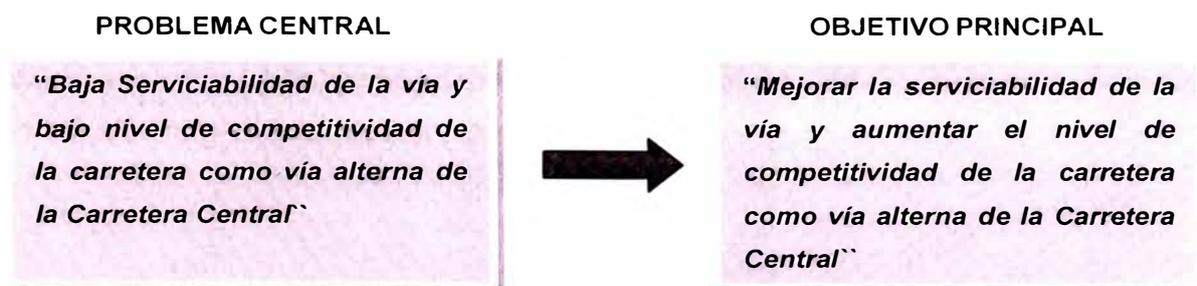
◆ **Efecto Final:**

- Poca demanda de la vía.
- Retraso del nivel de vida de la población en el área de influencia.

1.3 OBJETIVO DEL PROYECTO.

En los ítems anteriores se ha determinado la problemática principal así como sus causas y efectos; por lo tanto, estamos en condiciones de precisar el objetivo principal y como consecuencia de ello alcanzar la solución al problema central.

Figura 1.3 Esquema Problema – Objetivo.



1.4 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.

Las acciones a tomar son varias, sin embargo, dada la naturaleza del contrato y términos del convenio entre el MTC y la U.N.I. no se contemplará el cambio de trazo ni modificaciones en los anchos de vía.

Alternativa 1

Mejoramiento del drenaje (construcción y mantenimiento de cunetas, reemplazo de alcantarillas por otras de mejor sección y construcción de nuevas alcantarillas), reforzamiento taludes erosionados o inestables, mantenimiento de la superficie de rodadura del puente Matica, señalización en zonas problema, **colocación de Tratamiento Superficial Monocapa (TSM)** que incluye un programa estricto de actividades de mantenimiento periódico y rutinario.

Alternativa 2

Mejoramiento del drenaje (construcción y mantenimiento de cunetas, reemplazo de alcantarillas por otras de mejor sección y construcción de nuevas alcantarillas), construcción de muro de concreto ciclópeo en taludes erosionados o inestables, reemplazo total del tablero del puente Matica, señalización en zonas problema y colocación de TSB. Incluye programa de actividades de mantenimiento periódico y rutinario.

Alternativa 3

Mejoramiento del drenaje (construcción y mantenimiento de cunetas, reemplazo de alcantarillas por otras de mejor sección y construcción de nuevas alcantarillas), construcción de muro de concreto ciclópeo en taludes erosionados o inestables, reemplazo total del tablero del puente Matica, señalización en zonas problema y colocación de carpeta asfáltica. Incluye programa de actividades de mantenimiento periódico y rutinario.

Mediante el análisis económico de la metodología del SNIP se hará la selección de la alternativa más conveniente.

1.5 ANÁLISIS DE LA DEMANDA.

La demanda del proyecto está dada por el flujo vehicular existente en la actualidad, la misma que se muestra a través del cálculo del IMD (Índice Medio Diario). Para cada tramo de la carretera, el **cuadro 1.2** muestra los IMD al 2005.

Cuadro 1.2 IMD por Sectores de Carretera.

Tramo		Ruta	IMD
Inicio	Fin		
CAÑETE	LUNAHUANÁ	R-022	713
LUNAHUANÁ	PACARÁN	R-022	331
PACARÁN	ZUÑIGA	R-022	97
ZUÑIGA	DV. YAUYOS	R-022	35
DV. YAUYOS	CHUPACA	R-022	21
CHUPACA	HUANCAYO	R-022	344

FUENTE: Estudio de Pre-inversión a nivel de Factibilidad del Proyecto: "Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Ruta 22 Tramo: Lunahuaná – Desvío Yauyos – Chupaca."

Debido a que el conteo de vehículos fue realizado al año 2005, se actualizaron los datos de interés al año 2009, el detallado del sector que incluye al tramo asignado se muestra a continuación:

Cuadro 1.3 Tráfico Actual 2009 Zúñiga - Desvío Yauyos.

TIPO DE VEHÍCULO	2005	2006	2007	2008	2009
AUTOS	1	1	1	1	1
CAMIONETAS	7	7	7	7	7
CAMIONETA RURAL	1	1	1	1	1
MICRO	0	0	0	0	0
OMNIBUS 2E	13	13	13	14	14
OMNIBUS 3E	0	0	0	0	0
CAMION 2E	7	7	8	8	8
CAMION 3E/4E	5	5	5	6	6
ARTICULADOS	1	1	1	1	1
IMD	35	36	37	37	38

FUENTE: Elaboración propia.

- **Demanda Proyectada con Tráfico Normal.**

Para la proyección del tráfico normal hasta el 2006 se utilizara los indicadores macro-económicos que estableció el Ministerio de Economía y Finanzas. El proyecto se encuentra ubicado en los departamentos de Lima y Junín las mismas que cuentan con las tasas de crecimiento poblacional de 1.7% y 1.1% respectivamente, promediando ambas se obtiene 1.4%, que servirá para la proyección del trafico ligero hasta el 2016.

Asimismo, el MEF, estimó (escenario neutro) como tasa de crecimiento anual del PBI de Lima de 3.7% y de Junín de 3.9 % anual, promediando ambas se obtiene 3.8 % porcentaje que servirá para la proyección del tráfico pesado.

Cuadro 1.4 Tráfico Normal Proyectado del Km 84+000 al Km 89+000.

TIPO DE VEHÍCULO	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
NORMAL	38	39	40	41	42	43	44	45
AUTOS	1	1	1	1	1	1	1	1
CAMIONETAS	7	8	8	8	8	8	8	8
CAMIONETA RURAL	1	1	1	1	1	1	1	1
MICRO	0	0	0	0	0	0	0	0
OMNIBUS 2E	14	14	14	14	15	15	15	15
OMNIBUS 3E	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMIÓN 2E	8	8	9	9	9	10	10	11
CAMIÓN 3E/4E	6	6	6	6	7	7	7	8

FUENTE: Elaboración Propia

- **Demanda Proyectada con Tráfico Generado.**

En la situación con proyecto, la demanda además del tráfico normal proyectado esta dado está dado por el tráfico generado, que es un porcentaje del IMD en situación sin proyecto; el crecimiento del tráfico es el mismo es decir, 1.4% para autos, camionetas, camionetas rurales; 1.4% para vehículos de transporte como micro y ómnibus; y para camiones 3.8%.El porcentaje considerado es de 20% del IMD actual.

Este valor proviene del Estudio de Factibilidad del proyecto que considera el promedio de los resultados de evaluación ex - post efectuada en carreteras

donde se ejecutaron proyectos de rehabilitación y mejoramiento a nivel de asfaltado, como los que a continuación se mencionan:

- En la Carretera Tarma – La Merced, en el Tramo Tarma – Palca: se verificó un 15.7% de incremento del tráfico.
- En la Carretera Huánuco – Tingo María, para el Tramo Huánuco – Puente Rancho: se verificó un 15.2% de incremento del tráfico.
- En la Carretera Corral Quemado – Río Nieva, para el Tramo Corral Quemado – Bagua Grande: se verificó un 16.6% de incremento del tráfico.
- Finalmente, para la Carretera Río Nieva - Rioja, Tramo Río Nieva – Nueva Cajamarca: se verificó un 23.8% de incremento del tráfico. (FUENTE: Evaluación Económica Ex – Post de las Carreteras Mejoradas y Rehabilitadas, Lima, Julio año 2,000).

A continuación se muestran los tráficos generados para el tramo asignado:

Cuadro 1.5 Tráfico Generado del Km 84+000 al Km 89+000.

TIPO DE VEHÍCULO	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
GENERADO	0	8	8	8	8	9	9	9
AUTOS		0	0	0	0	0	0	0
CAMIONETAS		2	2	2	2	2	2	2
CAMIONETA RURAL		0	0	0	0	0	0	0
MICRO		0	0	0	0	0	0	0
OMNIBUS 2E		3	3	3	3	3	3	3
OMNIBUS 3E		0	0	0	0	0	0	0
CAMION 2E		2	2	2	2	2	2	2
CAMION 3E/4E		1	1	1	1	1	1	2
ARTICULADOS		0	0	0	0	0	0	0

FUENTE: Elaboración Propia.

- **Demanda Proyectada con Tráfico Desviado.**

Considerando que la mejora en la carretera Lunahuana – Pacarán – Zúñiga – Desvío Yauyos - Chupaca permitirá dotar de mejores condiciones a la actual vía, se puede asumir que se producirá un tráfico desviado correspondiente a un número determinado de vehículos que actualmente circulan por la ruta alterna a través de la Carretera La Oroya - Huancayo (Ruta Nacional. 3S), que enlaza las ciudades de Huancayo y Lima a través de una vía asfaltada en toda su extensión

y que no obstante su mayor distancia 384.900 Km, (174.200 Santa Anita – Oroya + 78.100 Oroya – Puente. Stuart + 41.900 Puente. Stuart – El Tambo + El Tambo Desvío. Yanacocha) algunos transportistas de vehículos pesados (semi-trailer 2S2, 2S3 y 3S3) prefieren por comodidad y seguridad realizar esa travesía.

La posibilidad de captar ese tráfico desviado radica en las mejores condiciones de la superficie de rodadura y las características técnicas mejoradas que tendrá la carretera Lunahuaná – Pacarán – Zúñiga – Desvío. Yauyos - Chupaca una vez que el proyecto de rehabilitación y mejoramiento a nivel de asfaltado estén operativas.

Del análisis de la Encuesta Origen Destino realizada en la estación “Quiulla” en la Carretera Longitudinal de la Sierra Sur, tramo La Oroya - Huancayo, se encontró que del total de vehículos encuestados, aproximadamente 11 vehículos pesados actualmente hacen uso de la ruta alterna a la carretera en estudio, por lo que se estima que este número de vehículos optarían por desviarse a la vía Lunahuaná – Pacarán – Zúñiga – Desvío. Yauyos - Chupaca una vez esta sea mejorada.

El tráfico desviado que posteriormente será proyectado para el horizonte de análisis es el siguiente:

Cuadro 1.6 Tráfico Desviado.

IMD DESVIADO (2010)	11
AUTOS	0
CAMIONETAS	0
CAMIONETA RURAL	0
MICRO	0
OMNIBUS 2E	0
OMNIBUS 3E	1
CAMION 2E	0
CAMION 3E/4E	0
ARTICULADOS	10

FUENTE: Encuesta Origen Destino realizada en la estación “Quiulla” en la Carretera Longitudinal de la Sierra Sur. (Marzo 2005)

Cuadro 1.7 Proyección de Tráfico Desviado.

TIPO DE VEHÍCULO	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
DESVIADO	0	11	11	12	12	13	13	14
AUTOS		0	0	0	0	0	0	0
CAMIONETAS		0	0	0	0	0	0	0
CAMIONETA RURAL		0	0	0	0	0	0	0
MICRO		0	0	0	0	0	0	0
OMNIBUS 2E		0	0	0	0	0	0	0
OMNIBUS 3E		1	1	1	1	1	1	1
CAMION 2E		0	0	0	0	0	0	0
CAMION 3E/4E		0	0	0	0	0	0	0
ARTICULADOS		10	10	11	11	12	12	13

FUENTE: Elaboración Propia.

Por tanto, el total de IMD se resume en el **cuadro 1.8**:

Cuadro 1.8 Resumen IMD Proyectado.

TRÁFICO	IMD							
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
NORMAL	38	39	40	41	42	43	44	45
GENERADO		16	16	16	16	17	17	18
DESVIADO		11	11	12	12	13	13	14
TOTAL	38	66	67	69	70	73	74	77

FUENTE: Elaboración Propia.

1.6 EVALUACIÓN ECONÓMICA.

La evaluación económica para este caso se realizó por el método del VAN (Valor actual neto) y el TIR (Tasa de interés de retorno). Considerando una tasa de descuento de 11%. En el **cuadro 1.9** se resume los resultados de la Evaluación Económica realizada para cada alternativa planteada por cada tramo analizado:

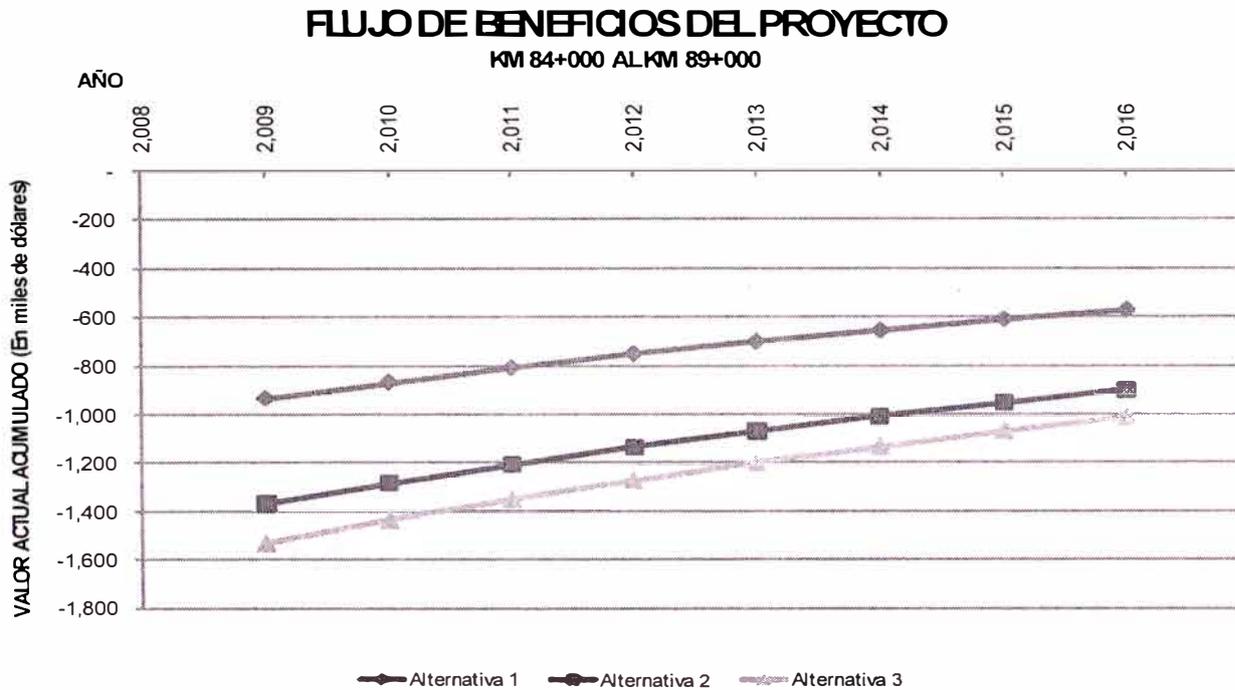
Cuadro 1.9 Resumen de Evaluación Económica.

	VAN	TIR(%)
Alternativa 1	-573.25	-11.79%
Alternativa 2	-900.79	-14.10%
Alternativa 3	-1,012.98	-14.39%

FUENTE: Elaboración Propia

En la **figura 1.4** se muestra un gráfico comparativo del flujo del Proyecto para las 3 alternativas planteadas:

Figura 1.4 Comparativo Flujo Neto del Proyecto.



FUENTE: Elaboración Propia.

El flujo Neto del Proyecto para la alternativa más favorable se muestra a continuación:

Cuadro 1.10 Flujo Neto del Proyecto.

VALOR ACTUAL NETO DEL PROYECTO EN MILES DE DOLARES (ALTERNATIVA N° 1)			
AÑO	Flujo Neto del Proyecto	Valores Actuales Netos	BENEFICIOS Proyecto
2,009	-935.00	-935.00	-935.00
2,010	72.32	65.15	-869.85
2,011	73.95	60.02	-809.83
2,012	75.64	55.30	-754.52
2,013	77.38	50.97	-703.55
2,014	79.19	46.99	-656.56
2,015	81.06	43.34	-613.22
2,016	82.99	39.97	-573.25

FUENTE: Elaboración Propia.

1.7 CONCLUSIONES.

- De la evaluación económica del proyecto se concluye que ninguna de las alternativas analizadas es viable comparando con la situación actual, debido al bajo IMD que presentan, pero se considerará la alternativa 1 ya que es una manera de incentivar el uso de la vía para poder aumentar la demanda de la vía y hacer inversiones más grandes en el futuro.
- La alternativa seleccionada incluye mejoramiento de drenaje, reforzamiento de taludes, mantenimiento de superficie de rodadura del puente Matica, y aplicación de tratamiento superficial monocapa de 10 mm.
- Para incrementar el IMD es necesario mejorar el diseño geométrico de la vía, para lograr que el uso de la vía sea más cómodo y seguro para los transportistas y pasajeros, con lo cual se generaría una mayor demanda por el uso de la vía.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 TEORÍA DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES.

2.1.1 Factores que afectan la Estabilidad de un Talud.

La investigación de una ladera, talud o deslizamiento consiste en obtener toda la Información posible sobre las características topográficas, geológicas, geotécnicas y ambientales que permitan realizar un diagnóstico de los problemas lo más preciso posible y un diseño efectivo de solución. Entre los parámetros frecuentes que afectan la estabilidad de los taludes tenemos:

- **Parámetros geométricos.**

La conformación topográfica del talud: altura, pendiente, curvatura, largo y ancho, actuando en forma conjunta o separada, afectan la estabilidad de un talud, por cuanto determinan los niveles de esfuerzos totales y las fuerzas de gravedad que provocan los movimientos.

La topografía puede controlar el ratio de meteorización, el ratio de infiltración y movimiento de agua a través del material del talud, afectando la cantidad de agua disponible, lo cual determina la ocurrencia y características de los niveles freáticos.

El nivel de esfuerzos es también determinado por el volumen y ubicación de los bloques o masas de materiales, factores que dependen de las características topográficas.

Entre los parámetros topográficos se pueden extraer los siguientes:

- **Pendiente.**

Los perfiles más profundos de meteorización se encuentran en los taludes suaves más que en los empinados. Para cada formación, en un estado determinado de meteorización existe un ángulo de pendiente a partir del cual un talud es inestable.

Mientras algunos suelos residuales de origen ígneo permiten ángulos del talud superiores a 45°, en Lutitas meteorizadas saturadas éste no debe exceder los 20° y hasta valores de la mitad del ángulo de fricción.

Según Skempton, teóricamente en suelos granulares limpios y secos el ángulo de inclinación del talud con la horizontal no debe sobrepasar el del ángulo de fricción del material.

- **Curvatura.**

Se define como concavidad o convexidad ya sea tanto en sentido longitudinal como transversal y afecta el equilibrio de la masa en sí, así como la capacidad de infiltración y de erosión por su efecto en la velocidad del agua de escorrentía.

- **Largo – ancho.**

Entre más largo sea un talud, mayor recorrido tendrán las aguas de escorrentía sobre éste y por lo tanto el talud estará más expuesto a la erosión superficial.

- **Áreas de infiltración arriba del talud.**

Es importante identificar áreas de concentración de agua arriba del talud, que coinciden con depresiones topográficas o zonas de regadío intenso. Entre más grande sea la zona que aporte agua al talud, será mayor la cantidad de agua que está afectando la estabilidad del talud.

• **Parámetros geológicos.**

La Geología generalmente, define las características o propiedades del suelo o roca. La formación geológica determina la presencia de materiales duros o de baja resistencia y las discontinuidades pueden facilitar la ocurrencia de movimientos a lo largo de ciertos planos de debilidad.

Los elementos geológicos principales a estudiar son los siguientes:

- **Formación Geológica.**

Los materiales de origen ígneo-metamórfico poseen un comportamiento diferente a los suelos de origen sedimentario, aluviones, coluviones, etc.

- **Estructura y discontinuidades.**

En los suelos residuales y rocas la estratificación y las discontinuidades actúan como planos de debilidad o como conductores de corrientes de agua subterránea y las características de estas pueden facilitar los movimientos.

- **Meteorización.**

La descomposición física o química produce alteraciones en la roca o suelo, las cuales modifican substancialmente los parámetros.

• **Parámetros Hidrológicos e Hidrogeológicos.**

Los cambios en el régimen de aguas subterráneas actúan como detonadores de movimientos en las laderas o taludes y estos se encuentran generalmente, relacionados con las lluvias y la hidrología superficial.

En un estudio de deslizamientos se deben tener en cuenta los parámetros relacionados con la hidrogeología y en especial los siguientes factores:

- **Características de las lluvias.**

La ocurrencia de períodos lluviosos intensos produce ascensos en los niveles piezométricos y la saturación disminuye las tensiones capilares.

- **Régimen de aguas subterráneas.**

Los niveles de agua freáticas pueden fluctuar de manera considerable con el tiempo y modificar la resistencia de los materiales y el estado de esfuerzos.

Es importante determinar las áreas de recarga y descarga, partiendo de la base del conocimiento del clima regional y análisis del terreno, incluyendo el tipo y distribución de la roca, fallas, fracturas, manantiales y humedales.

• **Parámetros Geotécnicos.**

- **Resistencia al Cortante.**

La resistencia al corte representa la modelación física del fenómeno de deslizamiento mediante el ángulo de fricción y la cohesión.

Los ángulos de fricción varían de cero en materiales muy blandos, a 50 grados en gravas angulosas o mantos de arenisca y las cohesiones de cero en materiales granulares limpios, a más de 10 Kg/cm² en suelos muy bien cementados y valores superiores en las rocas masivas, estos 2 parámetros determinan el factor de seguridad al deslizamiento de una determinada superficie dentro del terreno.

- **Permeabilidad.**

La permeabilidad mide la resistencia interna de los materiales al flujo del agua y puede definir el régimen de agua subterránea, concentración de corrientes, etc. Los valores del coeficiente de permeabilidad varían de 100 cm/seg., en roca fracturada o suelos compuestos por arenas y gravas, hasta 10-10 cm/seg., en arcillas impermeables o en pizarras y granitos sanos.

- **Sensitividad.**

La sensitividad se define como la relación de la resistencia pico al corte entre una muestra inalterada y otra remoldeada. En algunos suelos arcillosos esta relación puede ser hasta de 4, lo que equivale a que se pierde gran parte de la resistencia al remoldearse; se conoce de casos catastróficos, donde por acción del cambio de esfuerzos, el suelo se remoldea in situ, pierde su resistencia y se produce el deslizamiento.

- **Expansividad.**

Los suelos arcillosos al contacto con el agua expanden su volumen produciéndose movimientos de extensión dentro de la masa del suelo. En suelos sensitivos se puede producir pérdida de resistencia al corte por acción del remoldeo generado por el proceso expansivo.

La expansividad de un suelo se puede medir por medio de ensayos de presión de expansión o expansión libre o por su relación con los límites de plasticidad. La expansividad de suelos arcillosos en los rellenos de juntas puede generar deslizamientos de rocas.

- **Erosionabilidad.**

La erosionabilidad es la facilidad con la cual el suelo puede ser desprendido y transportado por acción del agua. Este factor puede afectar la estabilidad de un talud, en cuanto produce cambios topográficos desestabilizantes o genera conductos internos de erosión.

• **Parámetros Ambientales y Antrópicos.**

El clima ejerce una influencia en el ratio de meteorización. Según Blight las reacciones químicas se duplican con cada 10 °C de aumento de la temperatura. Factores tales como: evaporación, fuerzas sísmicas, vegetación y modificaciones causadas por el hombre, pueden producir alteración del talud lo cual afecta su inestabilidad.

2.1.2 TIPOS DE DETERIORO DE UN TALUD.

El deterioro, con el tiempo puede dar lugar a la necesidad de mantenimiento o construcción de obras de estabilización. Al deterioro, sin embargo, se le da muy poca atención en el momento del diseño y el énfasis se dirige a evitar las fallas profundas, más que a evitar los fenómenos anteriores a la falla.

Cuando un talud se corta, para la construcción de una vía o de una obra de infraestructura, ocurre una relajación de los esfuerzos de confinamiento y una exposición al medio ambiente, cambiándose la posición de equilibrio por una de deterioro acelerado.

El deterioro comprende la alteración física y química de los materiales y su subsecuente desprendimiento o remoción. Este incluye la alteración mineral, los efectos de relajación y la abrasión. La iniciación y propagación de fracturas es de significancia particular en la destrucción de la superficie que puede conducir a caídas de roca o colapso del talud.

Entre los principales tipos de deterioro que podría tener un talud si no se ejecutan ninguna obra de mantenimiento son:

- **Caída de granos.**

Consiste en la caída de granos individuales de la masa de roca. Depende de la resistencia de las uniones intergranulares y las microgrietas relacionadas con los granos.

Causa un debilitamiento general del material de roca. No representa una amenaza en sí misma pero puede conducir a la pérdida de soporte y subsecuente colapso en pequeña escala. Los finos pueden sedimentarse y producir depósitos dentro de las estructuras de drenaje.

Como solución se sugiere la limpieza de los residuos en el pie del talud y el cubrimiento con técnicas de bioingeniería concreto lanzado y refuerzo local, donde exista riesgo de colapso.

- **Descascaramiento.**

Caída de cáscaras de material de la masa de roca. Las cáscaras tienen forma de láminas con una dimensión significativamente menor a las otras dos dimensiones. Puede reflejar la litología, fisilidad, o puede reflejar la penetración de la meteorización.

Los fragmentos en forma de láminas no son grandes y no constituyen una amenaza significativa, sin embargo, se produce un depósito de sedimentos en el pie del talud. Como tratamiento se sugiere las técnicas de bioingeniería y concreto lanzado con pequeños anclajes y obras de concreto dental.

- **Inclinaciones y Caída de losas de roca.**

Se forman prismas o pequeñas placas con dimensión mínima de 50 mm, pudiendo existir deslizamiento y rotación o pandeo. Generalmente, las fracturas a tensión paralelas a la superficie del talud son prerequisite para su ocurrencia, seguidas por la pérdida de soporte.

Pueden caer grandes bloques de material y pueden significar una amenaza importante, causando daño a los canales de drenaje, cercas, pavimentos o puede crear taludes negativos. Las inclinaciones pueden considerarse como un proceso de deterioro o como un movimiento del talud.

Como tratamiento se sugiere la construcción de gradas o escaleras, bermas intermedias, refuerzo con pernos o estructuras de contención.

- **Caídas de bloques.**

Pueden caer por gravedad, en forma ocasional bloques individuales de roca de cualquier dimensión, produciendo un deterioro en la estructura del talud.

La amenaza es difícil de predecir debido al gran rango de tamaños que pueden caer y especialmente los bloques grandes pueden causar daño estructural. En ocasiones bajan saltando y rodando y pueden caminar grandes distancias. Estas caídas corresponden a las caídas de roca en la clasificación general de movimientos en taludes.

Como tratamiento se sugiere la construcción de gradas, la utilización de mallas de acero, concreto lanzado o mampostería.

- **Desmoronamiento del Talud.**

El desmoronamiento general del talud produce la caída de bloques de diversas dimensiones en forma semicontinua. Puede causar una amenaza significativa y crear grandes acumulaciones de detritos en el pie del talud.

Como solución se sugiere la construcción de gradas, colocación de mallas, trampas para detritos y cercas protectoras; también se pueden construir estructuras en mampostería o concreto. Los bloques grandes pueden requerir aseguramiento con pernos, anclajes o cables.

Las áreas con desintegración severa pueden requerir soporte total o disminuir el ángulo de inclinación del talud.

- **Caídas de roca.**

La caída de muchos bloques de roca “en un solo evento” requiere que haya ocurrido un debilitamiento de la masa de roca, debido a la fragmentación y a la ausencia de soporte lateral. El volumen de la falla depende de los diversos planos de discontinuidad y puede cubrir en un solo momento varios planos (falla en escalera).

- **Lavado superficial o erosión.**

La erosión es el desprendimiento, transporte y depósito de partículas o masas pequeñas de suelo o roca, por acción de las fuerzas generadas por el movimiento del agua. El flujo puede concentrarse en canales produciendo surcos y cárcavas.

Las gotas de lluvia pueden contribuir al desprendimiento de las partículas o granos y producir sedimentación de materiales en el pie del talud.

Como solución se propone generalmente, la construcción de obras de drenaje y de bioingeniería, así como concreto dental, concreto lanzado o modificaciones de la topografía del talud.

Los procesos de erosión son muy comunes en suelos residuales poco cementados o en suelos aluviales, especialmente, los compuestos por limos y arenas finas principalmente, cuando la cobertura vegetal ha sido removida. Se conocen varios tipos de erosión:

- **Erosión laminar.**

El proceso de erosión laminar se inicia por el impacto de las gotas de agua lluvia contra la superficie del suelo, complementada por la fuerza de la escorrentía produciendo un lavado de la superficie del terreno como un todo, sin formar canales definidos. Al caer las gotas de lluvia levantan las partículas de suelo y las reparten sobre la superficie del terreno.

La velocidad de las gotas de lluvia puede alcanzar valores hasta de 10 m/s y su efecto es muy grande sobre las superficies de talud expuestos y sin cobertura vegetal. El proceso es particularmente grave cuando la pendiente del talud es grande, como es el caso de los taludes de cortes en obras viales.

- **Erosión en surcos.**

Los surcos de erosión se forman por la concentración del flujo del agua en caminos preferenciales, arrastrando las partículas y dejando canales de poca profundidad generalmente, paralelos. El agua de escorrentía fluye sobre la superficie de un talud y a su paso va levantando y arrastrando partículas de suelo, formando surcos (rills).

Los surcos forman una compleja microred de drenaje donde un surco al profundizarse va capturando los vecinos, formando surcos de mayor tamaño, los cuales a su vez se profundizan o amplían formando cárcavas en forma de V que pueden transformarse a forma de U.

Inicialmente la cárcava se profundiza hasta alcanzar una superficie de equilibrio, la cual depende de las características geológicas e hidráulicas, para luego iniciar

un proceso de avance lateral mediante deslizamientos de los taludes semiverticales producto de la erosión.

La localización en cuanto a su profundidad y la velocidad de avance del proceso es controlada por los fenómenos de tipo hidráulico y por la resistencia del material a la erosión. Los surcos de erosión pueden estabilizarse generalmente, con prácticas de agricultura.

Erosión en cárcavas

Las cárcavas constituyen el estado más avanzado de erosión y se caracterizan por su profundidad, que facilita el avance lateral y frontal por medio de desprendimientos de masas de material en los taludes de pendiente alta que conforman el perímetro de la cárcava.

Las cárcavas inicialmente tienen una sección en V pero al encontrar un material más resistente o interceptar el nivel freático se extiende lateralmente, tomando forma en U (**figura 2.2**).

Erosión interna (Piping)

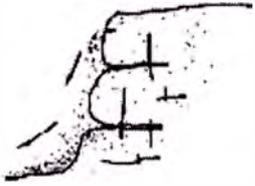
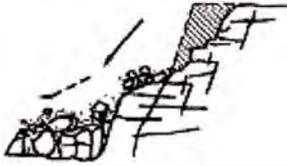
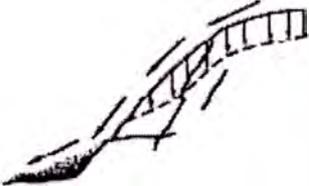
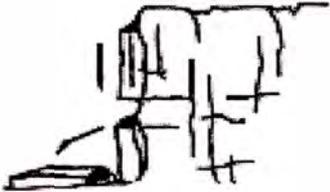
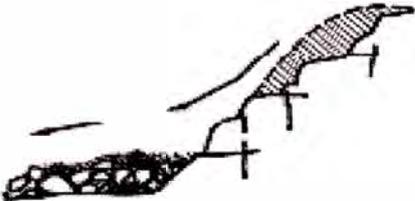
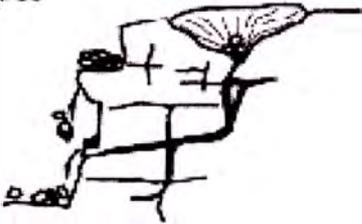
El agua al fluir por ductos concentrados dentro del suelo produce erosión interna, la cual da origen a derrumbamientos o colapsos que pueden generar un hundimiento del terreno o la formación de una cárcava.

Erosión por afloramiento de agua

Un caso de erosión puede ocurrir en los sitios de afloramiento de agua, formando pequeñas cavernas y/o taludes negativos, los cuales a su vez pueden producir desprendimientos de masas de suelo.

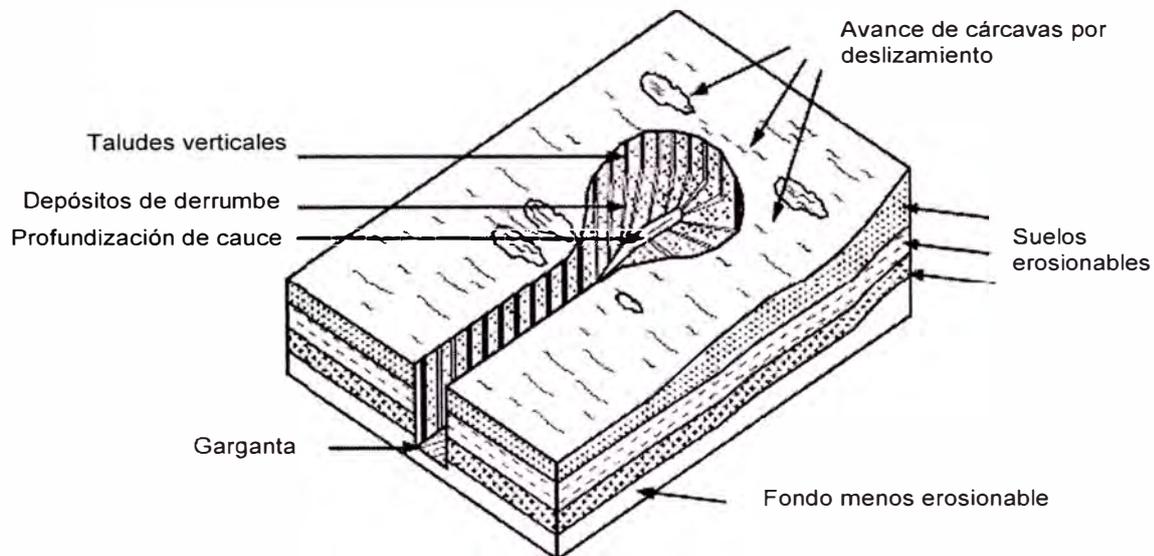
En la **figura 2.1** se muestra los diferentes tipos de deterioro que presentan los taludes.

Figura 2.1 Tipos de deterioro en un talud

 <p>Caída de granos.</p>	 <p>Caída de roca.</p>
 <p>Descascaramiento.</p>	 <p>Lavado Superficial.</p>
 <p>Inclinación y Caída de Losas.</p>	 <p>Flujo de Detritos.</p>
 <p>Caída de Bloques.</p>	 <p>Colapso.</p>
 <p>Desmoronamiento.</p>	 <p>Disolución.</p>

Fuente: Libro *Estabilidad de Taludes en zonas tropicales* – Cap. 1 - pág. 7

Figura 2.2 Esquema general de cárcava de erosión



Fuente: Libro Estabilidad de Taludes en zonas tropicales – Cap. 1 - pág. 10

2.1.3 EQUILIBRIO LÍMITE Y FACTOR DE SEGURIDAD.

Es práctica común en ingeniería definir la estabilidad de un talud en términos de un factor de seguridad (FS), obtenido de un análisis matemático de estabilidad. El modelo debe tener en cuenta la mayoría de los factores que afectan la estabilidad. Estos factores incluyen geometría del talud, parámetros geológicos, presencia de grietas de tensión, cargas dinámicas por acción de sismos, flujo de agua, propiedades de los suelos, etc. Sin embargo, no todos los factores que afectan la estabilidad de un talud se pueden cuantificar para incluirlos en un modelo matemático. Por lo tanto, hay situaciones en las cuales un enfoque matemático no produce resultados satisfactorios. A pesar de las debilidades de un determinado modelo, determinar el factor de seguridad asumiendo superficies probables de falla, permite al Ingeniero tener una herramienta muy útil para la toma de decisiones.

El análisis de los movimientos de los taludes o laderas durante muchos años se ha realizado utilizando las técnicas del equilibrio límite. Este tipo de análisis requiere información sobre la resistencia del suelo, pero no se requiere sobre la relación esfuerzo-deformación.

El sistema de equilibrio límite supone que en el caso de una falla, las fuerzas actuantes y resistentes son iguales a lo largo de la superficie de falla equivalentes a un factor de seguridad de 1.0.

El análisis se puede realizar estudiando directamente la totalidad de la longitud de la superficie de falla o dividiendo la masa deslizada en tajadas o dovelas. Cada día se han mejorado los sistemas de Dovelas desarrollados a inicios del siglo XX y existen Softwares muy fácil de utilizar. Generalmente, los métodos son de iteración y cada uno de los métodos posee un cierto grado de precisión.

El Factor de Seguridad es empleado para conocer cuál es el factor de amenaza de que el talud falle en las peores condiciones de comportamiento para el cual se diseña. Fellenius (1927) presentó el factor de seguridad como la relación entre la resistencia al corte real, calculada del material en el talud y los esfuerzos de corte críticos que tratan de producir la falla, a lo largo de una superficie supuesta de posible falla:

$$F.S = \frac{\tau_f}{\tau_D} = \frac{\text{Resistencia cortante promedio del suelo}}{\text{Esfuerzo cortante promedio desarrollado en la superficie de falla}}$$

La resistencia cortante de un suelo consta de 2 componentes, la cohesión y la fricción y se expresa como:

$$\tau_f = c + \sigma' \tan \varnothing$$

Donde:

c = cohesión

\varnothing = ángulo de fricción interna

σ' = esfuerzo normal efectivo sobre la superficie potencial de falla

El esfuerzo cortante a lo largo de la superficie de falla de un suelo también consta de 2 componentes, la cohesión y la fricción y se expresa como:

$$\tau_d = cd + \sigma' \tan \varnothing_d$$

Donde:

c_d = cohesión efectiva a lo largo de la superficie de falla

ϕ_d = ángulo de fricción interna a lo largo de la superficie de falla

σ' = esfuerzo normal efectivo sobre la superficie potencial de falla

Por lo que el factor de seguridad estaría definido por:

$$F.S = \frac{\tau_f}{\tau_D} = \frac{c + \sigma' \tan \phi}{c_d + \sigma' \tan \phi_d}$$

Los métodos para estabilidad de taludes consisten en hallar los esfuerzos cortantes y determinar el factor de seguridad o la altura de falla del talud.

En el **Cuadro 2.1** se muestran las metodologías más empleadas en la estabilización de los taludes.

Cuadro 2.1 Modelos de Estabilidad de Taludes

Método	Superficie de falla	Equilibrio	Características
Ordinario o de Fellenius (Fellenius 1927)	Circulares	De fuerzas	Este método no tiene en cuenta las fuerzas entre las dovelas y no satisface equilibrio de fuerzas, tanto para la masa deslizada como para dovelas individuales. Sin embargo, este método es muy utilizado por su procedimiento simple. Muy impreciso para taludes planos con alta presión de poros. Factores de seguridad bajos.
Bishop simplificado (Bishop 1955)	Circulares	De momentos	Asume que todas las fuerzas de cortante entre dovelas son cero. Reduciendo el número de incógnitas. La solución es sobre determinada debido a que no se establecen condiciones de equilibrio para una dovela.

Continúa Cuadro 2.1...

Método	Superficie de falla	Equilibrio	Características
Janbú Simplificado (Janbú 1968)	Cualquier forma de Superficie de falla.	De fuerzas	Al igual que Bishop asume que no hay fuerza de cortante entre dovelas. La solución es sobre determinada que no satisface completamente las condiciones de equilibrio de momentos. Sin embargo, Janbú utiliza un factor de corrección F_0 para tener en cuenta este posible error. Los factores de seguridad son bajos.
Sueco Modificado. U.S. Army Corps of Engineers (1970)	Cualquier forma de Superficie de falla.	De fuerzas	Supone que las fuerzas tienen la misma dirección que la superficie del terreno. Los factores de seguridad son generalmente altos.
Lowe y Karafiath (1960)	Cualquier forma de Superficie de falla.	De fuerzas	Asume que las fuerzas entre partículas están inclinadas a un ángulo igual al promedio de la superficie del terreno y las bases de las dovelas. Esta simplificación deja una serie de incógnitas y no satisface el equilibrio de momentos. Se considera el más preciso de los métodos de equilibrio de fuerzas.
Spencer (1967)	Cualquier forma de Superficie de falla.	Momentos y fuerzas	Asume que la inclinación de las fuerzas laterales son las mismas para cada tajada. Rigurosamente satisface el equilibrio estático asumiendo que la fuerza resultante entre tajadas tiene una inclinación constante pero desconocida.
Morgenstern y Price (1965)	Cualquier forma de Superficie de falla.	Momentos y fuerzas	Asume que las fuerzas laterales siguen un sistema predeterminado. El método es muy similar al método Spencer con la diferencia que la inclinación de la resultante de las fuerzas entre dovelas se asume que varía de acuerdo a una función arbitraria.

Continúa Cuadro 2.1...

Método	Superficie de falla	Equilibrio	Características
Sarma (1973)	Cualquier Forma de superficie de falla.	Momentos y fuerzas	Asume que las magnitudes de las fuerzas verticales siguen un sistema predeterminado. Utiliza el método de las dovelas para calcular la magnitud de un coeficiente sísmico requerido para producir la falla. Esto permite desarrollar una relación entre el coeficiente sísmico y el factor de seguridad. El factor de seguridad estático corresponde al caso de cero coeficientes sísmicos. Satisface todas las condiciones de equilibrio; sin embargo, la superficie de falla correspondiente es muy diferente a la determinada utilizando otros procedimientos más convencionales.
Elementos finitos	Cualquier forma de superficie de falla.	Analiza Esfuerzos y Deformaciones	Satisface todas las condiciones de esfuerzo. Se obtienen esfuerzos y deformaciones en los nodos de los elementos, pero no se obtiene un factor de seguridad.
Espiral logarítmica	Espiral logarítmica	Momentos y fuerzas	Existen diferentes métodos con diversas condiciones de equilibrio.

Fuente: Libro *Estabilidad de Taludes en zonas tropicales* – Cap. 4 –pág. 122

Mediante la **figura 2.3** es posible determinar el tipo de talud deseable de acuerdo al tipo de material del suelo que se está analizando, previo a hacer un análisis de estabilidad.

Figura 2.3: Taludes Recomendables por Tipo de Material.

TIPO DE MATERIAL	TALUD RECOMENDABLE Horizontal: Vertical			
	H hasta 5 m.	H de 5-10 m	H de 10 a 15 m	H de 15 a 20 m
Areniscas sanas fuertemente cementadas, estratificación mal definida horizontal o a favor del corte.	1/4:1 	1/4:1 	1/4:1 	1/4:1
Arenisca poco cementada, muy alterada y con probabilidad de infiltración de las aguas superficiales.	1/4:1 	1/4:1 	1/2:1 	3/4:1
Conglomerado brechoide bien cementado con matriz silicosa o calcárea.	1/4:1 	1/4:1 	1/4:1 	1/4:1
Conglomerado pobremente cementado con matriz arcillosa	1/2:1 	3/4:1 	1:1 	1:1
Caliza fracturada con echado casi a favor del corte con estratificación gruesa o mal definida.	1/4:1 	1/4:1 	1/4:1 	1/4:1
Calizas sanas con estratificación fina horizontal o a favor del corte.	1/4:1 	1/2:1 	1/2:1 	3/4:1
Caliza intemperizada y con probabilidad de infiltración de las aguas superficiales.		1/4:1 	1/4:1 	1/4:1
Caliza muy fracturada e intemperizada.	3/4:1 	3/4:1 	1:1 	1:1

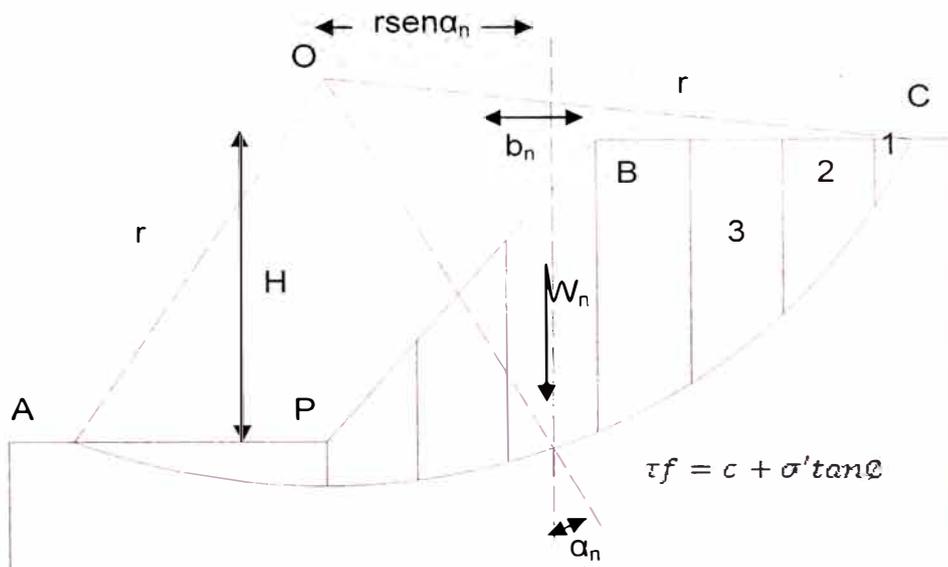
Fuente: Publicación en Internet del libro "La Ingeniería de Suelos en las Vías de Transporte" Editado por Editorial LIMUSA -<http://books.google.com.pe/books>

2.2 MÉTODO SIMPLIFICADO DE LAS DOVELAS DE BISHOP

El método de las Dovelas se explica con referencia a la **figura 2.4**, donde AC es un arco de círculo que representa la superficie de falla de prueba.

El suelo arriba de la superficie de falla de prueba se divide en varias dovelas verticales, el ancho de cada dovela no necesariamente es el mismo.

Figura 2.4 Ilustración del Método de las Dovelas.



Fuente: Libro Fundamentos de Ingeniería Geotécnica – Cap. 10- pág. 369

Mediante equilibrio de fuerzas en las dovelas obtenemos la ecuación simplificada para el cálculo del F.S. de Bishop:

:

$$FS = \frac{(\sum_{n=1}^{n=p} cb_n + W_n \tan \phi)}{\sum_{n=1}^{n=p} W_n \text{sen } \alpha_n m_{\alpha(n)}}$$

Donde:

$$m_{\alpha(n)} = \cos \alpha_n + \frac{\tan \phi \text{ Sen } \alpha_n}{FS}$$

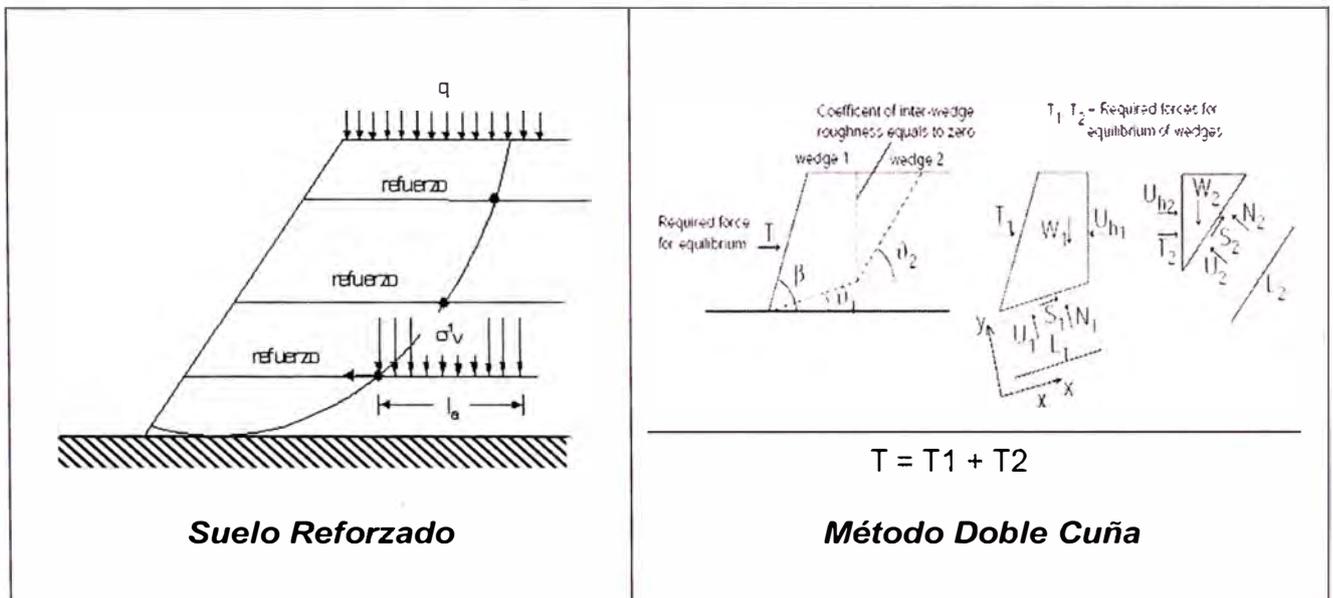
Se nota que FS está presente en ambos lados de la ecuación por consiguiente se adoptará un procedimiento de pruebas y error.

Se debe investigar varias superficies de falla para encontrar la superficie crítica que proporcione el mínimo factor de seguridad.

2.3 PROGRAMA R- SLOPE 4.0

Mediante el Programa R-Slope se puede analizar la estabilidad de los taludes y diseñar tratamientos para corregir su inestabilidad con geosintéticos y gaviones. El programa calcula la estabilidad basado en la teoría de Bishop descomponiendo el talud en dovelas y calculando el esfuerzo lateral del terreno. Con estos esfuerzos es posible determinar la longitud de la geosintético a usar mediante el **diseño de la doble cuña para suelos reforzados**, o mediante el uso de gaviones cuyas dimensiones dependen del esfuerzo lateral del terreno.

Figura 2.5 Método Doble Cuña para Suelos Reforzados.



Fuente: *Exposición Suelos Reforzados CIDELSA* (www.cidelsa.com)

Los datos principales que pide el programa para el análisis son la geometría del talud, la cohesión del terreno, altura del talud, inclinación (i) del talud estabilizado con proyecto, peso específico saturado, características del Geosintético a usar parámetros sísmicos que usualmente se dejan por defecto y dependen de la zonificación sísmica del Proyecto.

Ingresando estos datos, el programa modela y determina la falla profunda, la falla por deslizamiento y esfuerzos cortantes admisibles del terreno (Tr), así como las longitudes y los esfuerzos de diseño (Td) con el geosintético escogido permitiendo hacer una verificación del Factor de Seguridad y determinar las dimensiones de los geosintéticos a utilizar.

CAPÍTULO III

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1 ESTUDIO DE CANTERAS.

El reconocimiento de fuentes de aprovisionamiento de materiales para obras se realizó a lo largo del sector en estudio, habiéndose ubicado bancos de materiales aluviales y coluviales, apropiados para los procesos de explotación. Las muestras de estos materiales fueron remitidas al laboratorio para los exámenes respectivos, con la finalidad de determinar su calidad para ser empleados en las diferentes obras necesarias para el cambio de estándar de la Carretera Cañete –Pacarán –Yauyos-Chupaca.

Los trabajos de campo consistieron en:

- Localización de las canteras y su evaluación preliminar superficial, determinación de la potencia estimada, ubicación con respecto al eje de la vía, accesos y posibles usos.
- Áreas de influencia cercanas, quebradas, cauces secos, y todos los lugares que pudiesen acusar la existencia de materiales sedimentarios o volcánicos en el subsuelo y zonas que geológicamente pudieran servir de fuentes de roca en descomposición o de materiales granulares aparentes para la construcción de las capas de pavimento y obras de concreto.
- Se ha localizado canteras de fácil acceso, fácil explotación y mínimas distancias de acarreo en obra.

3.1.1 Identificación de Canteras.

En el área de influencia del tramo Km 84+000 al Km 89+000 se han ubicado y seleccionado 4 canteras, se efectuaron excavaciones de calicatas en cada cantera, con la finalidad de obtener las características, homogeneidad, espesor y composición litológica del material.

De igual manera se obtuvieron muestras para ejecutar los ensayos de laboratorio para estimar su uso y tratamiento para las obras proyectadas, que principalmente son:

- Tratamientos superficiales Monocapa, Slurry Seal.
- Mezclas de concreto con Cemento Portland (Puente Matica).

- **Cantera Piedra Prado**

Se ubica en la progresiva 81+800 en la margen derecha de la carretera con un acceso de 50m. Presenta un área de 15,000m² con un espesor de banco explotable de 8m y un volumen de 120,000m³. Para la verificación de las características físico mecánicas del material del banco existente se han realizado (2) calicatas con profundidades de 0.00-3.00m, las cuales se describen a continuación:

Cuadro 3.1 Ensayos Clasificación Suelos - Cantera Piedra Prado.

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % QUE PASA				LÍMITES DE ATTERBERG %			CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
			Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 200	L.L.	L.P.	I.P.	SUCS	AASHTO
CPP - 1	M - 2	0.40 - 3.00	49.1	37.7	18.9	10.1	----	NP	NP	GW - GM	A-1a (0)
CPP - 2	M - 1	0.40 - 3.00	40.6	29.0	13.5	6.3	----	NP	NP	GW - GM	A-1a (0)

Fuente: Ensayos de laboratorio ASOC. AYESA - ALPHA CONSULT S.A.

En la calicata CPP-1 se tiene que $(100-49.1) = 50.9\%$ es Grava y de arena es $(49.1-10.1) = 39.0\%$, tiene pocos finos ($10.1\% < 12\%$), por ser un suelo clasificado como GW-GM indica que posee un amplio rango de distribución entre sus partículas, siendo por lo tanto una cantera de material bien graduado y pequeña presencia de limos.

En la calicata CPP-2 se tiene que $(100-40.6) = 59.4\%$ es Grava y de arena es $(40.6-6.3) = 34.3\%$ tiene pocos finos ($6.3\% < 12\%$), por ser un suelo clasificado como GW-GM indica que posee un amplio rango de distribución entre sus partículas, siendo por lo tanto una cantera de material bien graduado y pequeña presencia de limos.

Por la granulometría (GW-GM,) de estas 2 calicatas se puede concluir que su uso podría estar para agregados de Sub-base y material de relleno.

- **Cantera Río Cañete**

Se ubica en la progresiva 81+850 en la margen izquierda de la carretera con un acceso de 80m. Presenta un área de 10,000m² con un espesor de banco explotable de 1.5m y un volumen de 15,000m³. Para la verificación de las

características físico mecánicas del material del banco existente se han realizado (2) calicatas con profundidades de 0.00-3.00m, las cuales se describen a continuación:

Cuadro 3.2 Ensayos Clasificación Suelos - Cantera Río Cañete.

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % QUE PASA				LÍMITES DE ATTERBERG %			CLASIFICACION DE SUELOS	
			Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 200	L.L.	L.P.	I.P.	SUCS	AASHTO
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: Ensayos de laboratorio ASOC. AYESA - ALPHA CONSULT S.A.

En la calicata CRC-1 se tiene que $(100-30.6) = 69.4\%$ es Grava y de arena es $(30.6-1.5) = 29.1\%$ tiene muy pocos finos ($1.5\% < 5\%$), por ser un suelo clasificado como GW indica también que el posee un amplio rango de distribución entre sus partículas, siendo por lo tanto una cantera de material bien graduado.

En la calicata CRC-2 se tiene que $(100-46.5) = 53.5\%$ es Grava y de arena es $(46.5-2.5) = 44.0\%$ tiene muy pocos finos ($2.5\% < 5\%$), por ser un suelo clasificado como GW indica también que posee un amplio rango de distribución entre sus partículas, siendo por lo tanto una cantera de material bien graduado.

Se puede concluir de estas 2 calicatas que el material de esta cantera podría ser apto para agregados de concreto, base, sub-base, enrocados, gaviones, etc.

- **Cantera Espuy**

Se ubica en la progresiva 88+500 en la margen izquierda de la carretera con un acceso de 80m. Presenta un área de 125,000m² con un espesor de banco explotable de 2.5m y un volumen de 312,500m³. Para la verificación de las características físico mecánicas del material del banco existente se han realizado (7) calicatas con profundidades de 0.00-3.00m, las cuales se describen a continuación:

Cuadro 3.3 Ensayos Clasificación Suelos – Cantera Espuy.

CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO % QUE PASA				LÍMITES DE ATTERBERG %			CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
			Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 200	L.L.	L.P.	I.P.	SUCS	AASHTO
CE - 1	M - 2	2.00 - 3.00	42.5	30.1	16.6	6.0	----	NP	NP	GW - GM	A-1a (0)
CE - 2	M - 1	0.00 - 3.00	49.3	37.3	24.3	13.8	20.5	14.1	6.4	GC - GM	A-2-4 (0)
CE - 3	M - 1	0.00 - 3.00	55.8	44.8	33.0	20.6	19.8	14.3	5.5	GC - GM	A-1b (0)
CE - 4	M - 1	0.00 - 3.00	53.6	47.5	36.4	26.2	24.0	15.6	8.4	GC	A-2-4 (0)
CE - 5	M - 1	0.00 - 2.50	54.5	46.4	32.9	20.6	21.6	14.7	6.9	GC - GM	A-2-4 (0)
CE - 6	M - 1	0.00 - 2.50	44.5	34.3	22.1	16.9	22.1	17.1	5.0	GC - GM	A-1b (0)
CE - 7	M - 1	0.00 - 3.00	60.6	53.7	41.0	28.4	26.2	18.8	7.4	GC	A-2-4 (0)

Fuente: Ensayos de laboratorio ASOC. AYESA - ALPHA CONSULT S.A.

En la calicata CE-1 se tiene que $(100-42.5) = 57.5\%$ es Grava y de arena es $(42.5-6.0) = 36.5\%$ tiene pocos finos ($6\% < 12\%$), por ser un suelo clasificado como GW indica también que posee un amplio rango de distribución entre sus partículas, siendo por lo tanto una cantera de material bien graduado y pequeña presencia de limos.

En la calicata CE-2 se tiene que $(100-49.3) = 50.7\%$ es Grava y de arena es $(49.3-13.8) = 35.5\%$ tiene pocos finos ($13.8\% > 12\%$), por ser un suelo clasificado como GC -GM indica que posee partículas de limos y arcillas con $6.4\% < 7\%$ de plasticidad.

En la calicata CE-3 se tiene que $(100-55.8) = 44.2\%$ es Grava y de arena es $(55.8-20.6 = 35.2\%)$ tiene finos ($20.6\% > 12\%$), por ser un suelo clasificado como GC -GM indica que posee partículas de limos y arcillas con ($5.5\% < 7\%$) de plasticidad.

En la calicata CE-4 se tiene que $(100-53.6) = 46.4\%$ es Grava y de arena es $(53.6-26.2 = 27.4\%)$ tiene finos ($26.2\% > 12\%$), por ser un suelo clasificado como GC indica que posee partículas de arcillas con $8.4\% > 7\%$ de plasticidad.

En la calicata CE-5 se tiene que $(100-54.5) = 44.5\%$ es Grava y de arena es $(54.5-20.6 = 23.9\%)$ tiene finos ($20.6\% > 12\%$), por ser un suelo clasificado como GC-GM indica que posee partículas de limos y arcillas con $6.9\% < 7\%$ de plasticidad.

En la calicata CE-6 se tiene que $(100-44.5) = 55.5\%$ es Grava y de arena es $(44.5-16.9 = 27.6\%)$ tiene finos ($16.9\% > 12\%$), por ser un suelo clasificado como

GC-GM indica que posee partículas de limos y arcillas con $5.0\% < 7\%$ de plasticidad.

En la calicata CE-7 se tiene que $(100-60.6) = 39.4\%$ es Grava y de arena es $(60.6-28.4 = 32.2\%)$ tiene finos ($28.4\% > 12\%$), por ser un suelo clasificado como GC indica que posee partículas de arcillas con del $7.4\% > 7\%$ de plasticidad.

Se puede concluir de estas 7 calicatas que el material de esta cantera podría ser apto para relleno por ser material granular grueso (grava) con regular contenido de limos y arcillas casi con un promedio de más de 20%.

Entre los ensayos de materiales de las canteras tomados de las muestras representativas de las calicatas en la etapa de exploración y estudio tenemos:

Cuadro 3.4 Ensayos Especiales de Suelos en Canteras.

CANTERA	PROGRESIVA	CALICATA	TIPO SE SUELO	LIMITES DE CONSISTENCIA		PROCTOR		CBR AL 95%
				L.L.	I.P.	MDS	O.H	
Piedra Prado	81+800	CPP – 1	GW - GM	----	NP	2.224	8.3	51
Piedra Prado	81+800	CPP – 2	GW - GM	----	NP	2.184	5.3	60
Río Cañete	81+850	CRC – 1	GW	----	NP	2.316	7.3	83
Espuy	88+500	CE – 4	GC	24.0	15.6	2.240	6.6	42
Espuy	88+500	CE – 2	GC - GM	20.5	14.1	2.152	11.0	19

Fuente: Ensayos de laboratorio ASOC. AYESA - ALPHA CONSULT S.A.

De los ensayos de laboratorio mostrados en el **cuadro 3.4** se tiene que las cantera Río Cañete es la mejor para el uso a darle en la construcción y mantenimiento del tramo Km 84+000 al Km 89+000, por ser un buen suelo (GW), por no tener muy pocos finos (% pasa malla 200 < 5%), una densidad máxima seca alta en comparación con las otras canteras, un óptimo contenido de humedad promedio y el mejor CBR que garantizará una buena durabilidad del agregado tanto para la superficie de rodadura como de las obras que se vayan a realizar en el tramo en estudio.

Como resumen con respecto a los usos, tipo de material y la disponibilidad de las canteras se tiene el siguiente cuadro informativo:

Cuadro 3.5 Accesos, Rendimientos y Disponibilidad de Canteras

CANTERA	PROGRESIVA	ACCESO	USO	VOLUMEN	RENDIMIENTO	DISPONIBILIDAD
Piedra Prado	81+800	50m	R,SB	120,000m ³	90%	Todo el año
Río Cañete	81+850	80m	R,SB,B,C°,CA	15,000m ³	90%	Todo el año
Espuy	88+500	80m	R	375,000m ³	90%	Todo el año

Fuente: Ensayos de laboratorio ASOC. AYESA - ALPHA CONSULT S.A.

De acuerdo al **cuadro 3.5** se tiene que todas son explotables durante el año, pero la Cantera Río Cañete se puede usar para múltiples actividades, y al tener un acceso a la vía de 80 m lo hace fácil para el transporte y disminuir así el costo de acarreo de los materiales.

3.1.2 Recomendaciones Generales para las Canteras.

- Se recomienda que el acopio de los materiales de las canteras de río se efectúe en épocas de estiaje para evitar la subida del nivel de agua.
- En las canteras a usar, se recomienda eliminar el material orgánico superficial (vegetación y materiales inadecuados).
- En el caso del puente donde se va a usar Concreto para mejorar la superficie de rodadura se recomienda usar probetas de concreto con diferentes relaciones agua-cemento, de acuerdo a la resistencia solicitada para elegir la dosificación adecuada.
- Para incrementar el rendimiento de las canteras y el agregado sea el idóneo para el uso que se le quiere dar, deberá zarandearse, triturarse, ser separado de la tierra, principalmente para el concreto a prepararse para el puente.

3.2 ESTUDIO DE FUENTES DE AGUA.

3.2.1 Aspectos Generales.

La fuente de agua calificada y de buena calidad a utilizar en los trabajos del cambio de estándar en estudio, será la del río Cañete, la cual se encuentra cercana al tramo en estudio y lleva un considerable caudal en todo el año, se tiene un acceso de 100 m en el km 88+950, donde está ubicada una explanada llena de cantos rodados.

3.2.2 Ensayos Químicos de Laboratorio.

Con la finalidad de determinar la existencia de sales solubles, sulfatos y sustancias nocivas, que pudieran atacar la estructura del pavimento y el concreto usado se efectuaron los siguientes ensayos en el río Cañete bajo la Norma : NTP 339.088:

- PH MTC E716, NTP 339.088
- Cloruros NTP 339.088
- Sulfatos NTP 339.088
- Sales Solubles Totales NTP 339.088

En el siguiente cuadro se muestran los resultados de los ensayos realizados:

Cuadro 3.6 Ensayos de Laboratorio de Fuentes de Agua

FUENTE DE AGUA	LOCALIZACION	PROGRESIVA (Km)	PH	CL (ppm)	SO4 (ppm)	S.S.T. (ppm)	M. O. (%)
RIO CAÑETE	Pte Capellana	46 + 500	7.40	49.64	24.02	360.20	0.02
RIO CAÑETE	San Jeronimo	74 + 000	7.00	49.64	14.41	390.10	0.00

Fuente: Ensayos de laboratorio ASOC. AYESA - ALPHA CONSULT S.A.

Según la norma Técnica Peruana NTP 339.088, se establece que la cantidad de PH debería estar entre los límites 5.5 y 8, la cantidad de cloruros debería ser menor a 1g/l (1000ppm), la cantidad de sulfatos menor a 600 ppm, la cantidad de sólidos en suspensión menor a 5000 ppm y la cantidad de materia orgánica menor a 3 ppm.

De acuerdo a los ensayos realizados tenemos:

Cuadro 3.7 Análisis Según la Norma 339.088 de las fuentes de agua.

PROGRESIVA	ENSAYOS	NORMA 339.088	OBSERVACIÓN
46+500	PH = 7.00	5 < PH < 8	Cumple con la Norma.
74+000	PH = 7.40	5 < PH < 8	Cumple con la Norma.
46+500	CL = 49.64 ppm	< 1000 ppm	Cumple con la Norma.
74+000	CL = 49.64 ppm	< 1000 ppm	Cumple con la Norma.
46+500	SO4 =24.02 ppm	< 600 ppm	Cumple con la Norma.
74+000	SO4 =14.41 ppm	< 600 ppm	Cumple con la Norma.
46+500	SST = 360.20	< 5000 ppm	Cumple con la Norma.
74+000	SST = 390.10	< 5000 ppm	Cumple con la Norma.
46+500	M.O = 0.02 ppm	< 3 ppm	Cumple con la Norma.
74+000	M.O = 0.00 ppm	< 3 ppm	Cumple con la Norma.

Fuente: Elaboración Propia

Por lo que se concluye que los ensayos realizados cumplen con lo establecido en la NTP 339.088.

3.3 DEPÓSITO DE MATERIAL EXCEDENTE (DME).

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

En el siguiente cuadro se encuentra la zona más próxima al tramo en estudio:

Cuadro 3.8 Características de depósito de material excedente DME

UBICACIÓN	LADO	ACCESO (m)	DIMENSIONES			VOLUMEN (M3)
			LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	
87+000	D	50.00	500	200	1.20	120,000

Fuente: Elaboración Propia

En esta progresiva se ubica un depósito adecuado para los excedentes de obra tanto por la cercanía al tramo en estudio como la capacidad de volumen a depositar. (120,000m³).

Lo que se debe cuidar es el mantenimiento periódico del botadero (DME) para que tenga las condiciones ambientales adecuadas para su uso en el plazo de ejecución del proyecto.

3.4 DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DE LOS TALUDES CRÍTICOS.

3.4.1 Diagnóstico de Taludes.

El procedimiento para hacer el diagnóstico de los taludes del Km 84+000 al Km 89+000 será en primer lugar, conocer la geología del lugar para ver en que formaciones geológicas estamos trabajando ya que de eso dependerá el tipo de material de talud que disponemos en el tramo en estudio así como la solución a adoptar, luego se hará un inventario del estado de los taludes encontrados en la zona.

a) Geología del Área de Estudio.

Según los datos del boletín geológico N°44 Serie "A" del INGEMMET y el plano del cuadrángulo de Tupe las formaciones y depósitos geológicos en el área de influencia del tramo km 84+000 al km 89+000 son:

- Formación Tantará.

Se describe con este nombre 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 volcánica sedimentaria de Sacsaquero. Su nombre proviene del pueblo del mismo nombre, ubicado en el curso superior del río San Juan en el sector nororiental del cuadrángulo de Tantará. Estas rocas volcánicas tienen su mejor distribución en las partes altas del flanco occidental andino y exposiciones menores en algunas áreas del altiplano; así, se les ha reconocido en extensas áreas de la parte nororiental y septentrional del cuadrángulo de Tupe, en la parte meridional del cuadrángulo de Conayca y en gran parte de los cuadrángulos de Castrovirreyna y Tantará.

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

- **Depósitos Fluvioglaciares,**

Durante el cuaternario el proceso erosivo es activo guarda relación de varias etapas e glaciación con sus productos consiguientes, los cuales fueron acarreados y depositados por los ríos de ambas vertientes de la zona andina en estudio; posteriormente, la profundización de sus cauces, ha desarrollado terrazas aluvionales, las más recientes adyacentes al río y las más antiguas más alejadas y a diversos niveles de altura. Con estas terrazas se relacionan algunos conos de deyección de material aluvional proveniente de las quebradas laterales. Estos depósitos se formaron con el acarreo reciente, acumulándose junto al lecho de los ríos y en la desembocadura de sus lagunas donde se registró depósitos aluviales.

- **Depósitos Coluviales,**

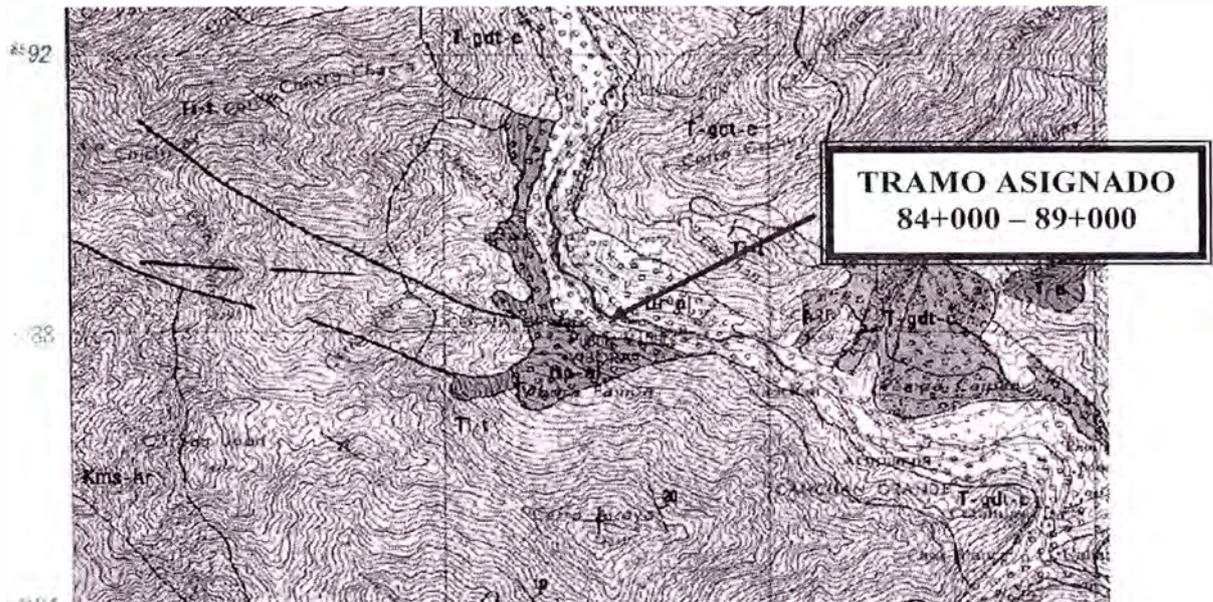
En las laderas de los valles se ha depositado material de escombros de gravas y bloques sub-angulosos distribuidos en material limo arenosa y grava fina. Estos depósitos muchas veces no se han registrado dada la escala del mapa.

- **Rocas Intrusivas.**

En el batolito de la costa cerca a nuestro tramo en estudio se encuentra la **Superunidad Catahuasi**, denominada así, a una sucesión de intrusiones que afloran en ambos lados del río Cañete, el Plutón principal está constituido por la tonalita-granodiorita (**Ver figura 3.1**), sus siglas son (T-gdt-c) Otros cuerpos notables son los monzogranitos – granitos que se observa en Azángaro-Totora, donde se ha atravesado la granodioritas de Tiabaya así como la secuencia del cretáceo.

En la **figura 3.1** se muestra el mapa geológico del boletín n° 44 del tramo de la carretera del Km 84+000 al Km 89+000 donde se encuentra la Formación Tantará con las siglas Ti-t, los depósitos aluviales y eluviales bajo las siglas Qp-al y Qr-el, respectivamente.

Figura 3.1 Mapa Geológico del Tramo Km 84+000 al Km 89+000



Fuente: Carta Geológica Nacional (Ingemmet –boletín N° 44)

b) Tectónica.

En su etapa final el ciclo tectónico andino estuvo relacionado a movimientos epirogénicos (emersión y falla gravitacional tipo horst) que influyeron en la formación de la cadena Andina actual.

Este episodio se inicia con el desarrollo de la superficie Puna durante el Plioceno inferior y su ulterior levantamiento hasta alcanzar una altura mayor a 4000msnm asociado con un plegamiento de gran radio de curvatura y pliegues menores internamente.

c) Geodinámica Externa.

La influencia externa de los fenómenos naturales en el área de estudio presentan en los taludes de moderada pendiente, desprendimientos naturales, estos fenómenos se activan en temporadas de alta precipitación.

d) Estudio Geotécnico.

Dentro del trabajo de campo se hizo una inspección del suelo mediante la excavación de 01 calicata en la plataforma vial ubicada en el Km. 86+300; de donde se obtuvo una muestra representativa, la que fue ensayada en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la FIC - UNI. Los resultados obtenidos han sido analizados en gabinete, de donde finalmente se ha establecido las acciones técnicas que se describen más adelante.

A las muestras tomadas se les han efectuado los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico por tamizado (ASTM C-136)
- Límites de consistencia (ASTM D-4318)
- Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad
- Clasificación SUCS (ASTM D-2487)
- Contenido de humedad (ASTM D-2216)

Cuadro 3.9 Resultados de Ensayos de Laboratorio Km. 86+300

Clasificación SUCS	ASTM D2487	GC
Porcentaje de humedad (%)	ASTM D2216	8.31
Límite líquido (%)	ASTM D4318	30.52
Límite plástico (%)	ASTM D4318	22.28
Índice de plasticidad (%)	ASTM D4318	8.24
Porcentaje de grava (%)	ASTM C136	63.38
Porcentaje de arena (%)	ASTM C136	15.62
Porcentaje de finos (%)	ASTM C136	21.00

Fuente: Elaboración propia

Dentro de la clasificación SUCS, se tiene que el suelo es de tipo GC, el cual es gravoso con arcilla lo cual coincide con los estudio de suelos realizados a nivel de afirmado por CGC. (Consortio General de Carreteras).

Es por esto que al tener mayor porcentaje de grava tiene un buen porcentaje de CBR.

Los datos de suelos obtenidos en el **Cuadro 3.9** servirán para determinar los parámetros de suelo necesarios para analizar la estabilidad de taludes en los sectores críticos.

En la siguiente tabla se pueden apreciar los ángulos de fricción drenados para gravas, arenas y limos:

Cuadro 3.10 Ángulos de Fricción Drenados para Arenas y Limos.

Tipo de suelo	ϕ (Grados)
Arena: granos redondeados	
Suelta	27 – 30
Media	30 – 35
Densa	35 – 38
Arena: granos angulares	
Suelta	30 – 35
Media	35 – 40
Densa	40 – 45
Grava con algo de arena	34 – 48
Limos	26 – 35

Fuente: Libro Fundamentos de Ingeniería Geotécnica – Cap. 7 - pág. 211

De acuerdo al tipo de terreno que se tiene en el talud, al estudio geológico, donde hay depósitos cuaternarios, y según la calicata realizada se concluye que hay un material gravoso con algo de arena y presencia de arcilla por lo que se puede considerar un $\phi=34^\circ$.

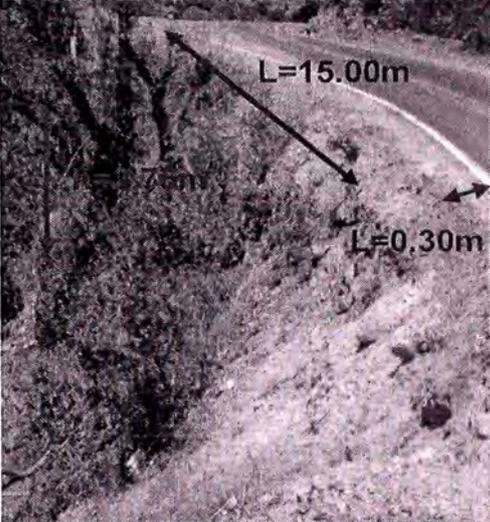
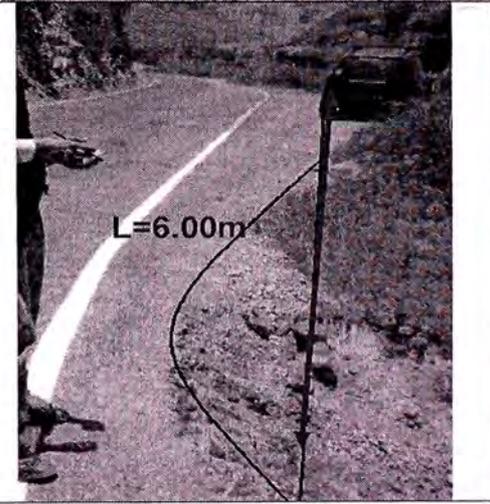
e) Inventario Situacional de Taludes Críticos.

En el tramo Km 84+000 al Km 89+000 se hizo una inspección de campo en el cual se ha visto taludes que se están deteriorando más por agentes externos tales como acción del viento (eólicos), lluvias y de drenaje incipiente, que del desmoronamiento del mismo material del talud, el cual nos indican que las fallas de talud se están dando por acciones erosivas.

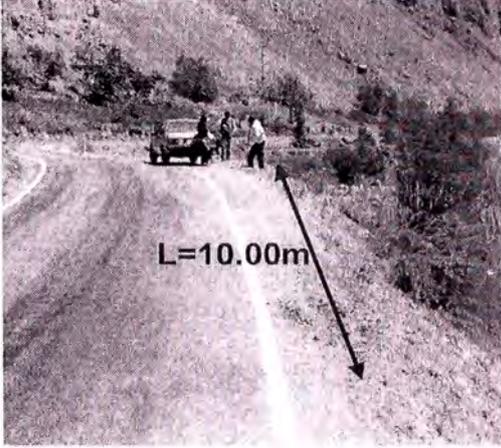
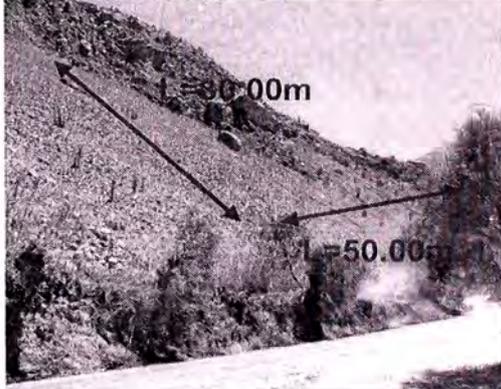
A continuación se detallarán los taludes encontrados en el inventario realizado en la salida de campo.

Cuadro 3.11

Listado de Situación Actual de los Taludes Críticos del Km 84+000 al Km 89+000

N° FOTO	PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN	REGISTRO
01	84+700 (margen izquierda)	Se tiene un talud con una longitud total de 45m del cual 15m se debe estabilizar ya que se está erosionando al grado de acercarse a la superficie de rodadura. La altura total del talud es de 20m, pero se propone estabilizar hasta $h=2.75m$. Ángulo de talud $=60^\circ$ (medido eclímetro).	
02	85+400 (margen izquierda)	Se tiene un talud de longitud total de 38m. Existen $L=6m$ de talud en condiciones críticas con un borde de 1.0m. La altura total del talud es de 20m, pero se puede estabilizar $h=3.65m$. Ángulo de talud $=55^\circ$ (medido eclímetro). Presenta en menor escala una erosión similar al talud de la progresiva 84+700.	
03	85+920 (margen derecha)	Base de talud de corte (20m x 30m) con línea de saturación expuesta, ($L=4m$ medido desde el pie de talud) se nota presencia de agua en la sección interna del talud, llega a la superficie arrastrando partículas hacia el nivel de reposo y tapando las cunetas.	

Continúa Cuadro 3.11...

N° FOTO	PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN	REGISTRO
04	86+300 (margen izquierda)	Se tiene un talud de 48m. Existen L=10m de talud en condiciones críticas con un borde de 0.4m. La altura total del talud es de 20m, pero se puede estabilizar h=2.00-3.00m. Ángulo de talud =48° (medido eclímetro). Presenta en menor escala una erosión similar al talud de la progresiva 84+700.	
05	88+500 (margen derecha)	En el talud de corte (50mx30m) se ven rocas pequeñas que se podrían deslizar hacia la superficie de rodadura, se ve en la parte baja del talud vegetación que podría servir de medida de mitigación de algún posible derrumbe.	

Fuente: Elaboración propia

3.4.2 Tratamiento de Taludes Críticos.

De los taludes que se vieron en campo, el talud más crítico es el que está ubicado en la progresiva 84+700, se le hará el análisis de la estabilidad con proyecto mediante el programa RE-SLOPE 4.0 y se le dará solución mediante el uso combinado de Gaviones y Geosintéticos.

El Talud ubicado en la progresiva 85+400 tienen en menor escala la misma erosión del talud de la progresiva 84+700, por lo que la metodología para su tratamiento es similar a la planteada en el talud de la progresiva 84+700, en el talud 86+300 se tiene en menor escala la misma erosión del talud 84+700 pero se puede plantear un mantenimiento periódico y rutinario para controlar la erosión, con respecto al talud de la progresiva 85+920, ubicado en el talud de

corte se plantea usar Gaviones y Geosintéticos, Finalmente para el talud de la progresiva 88+500 se plantea tratarlo con mantenimiento periódico y rutinario.

- **Talud 84+700**

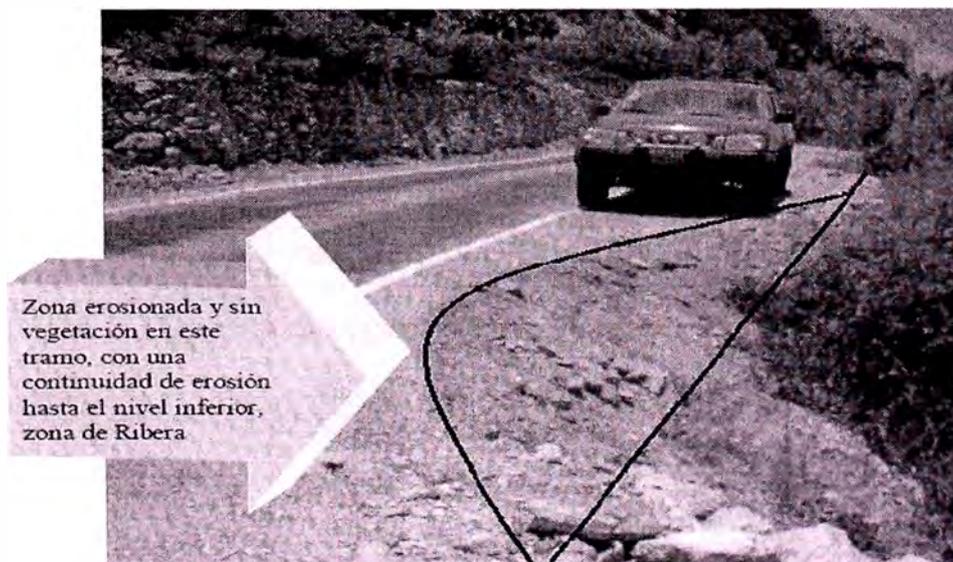
Tal como se observa en el **Cuadro 3.11**, y de acuerdo al fundamento teórico expuesto (**pág. 30**) este talud tiene erosión de tipo laminar por acción de las lluvias y al no tener cobertura vegetal comienza a desprenderse partículas del suelo del talud provocando su inestabilidad.

La altura del talud es aprox.de 30m con una longitud de 45m de los cuales 15m están en una situación crítica, se tiene una distancia al río de aprox. 50m, entonces se adoptará la solución en los primeros 2.75m de altura y 15m de longitud tomados desde el nivel de referencia de la superficie de rodadura hacia la parte inferior del talud, tal como se muestra en el **Cuadro 3.11**.

Para realizar este modelamiento se van a considerar 2 alternativas de solución con el uso de Gaviones y Geosintéticos, por tema de costos se tomará el más económico.

En el resto de longitud del talud (45m-15m =30m) se hará un mantenimiento periódico y rutinario para evitar que se propague la erosión en los taludes cercanos.

Figura 3.2 Talud Crítico de la Progresiva 84+700



Fuente: Elaboración propia

MODELAMIENTO DEL PROGRAMA

Cuando se inicia el programa RE-SLOPE, se ingresan los datos de entrada mínimos necesarios para poder modelar el talud. (Los datos de entrada y resultados del modelamiento del talud 84+700 con el programa RE-SLOPE se muestran al detalle en el anexo 4).

Entre los **parámetros geométricos** considerados son:

Altura del talud, $H [m] = 2.75$ (Es la altura de erosión a solucionar).

Pendiente del talud, $i^\circ = 70.00$ (Es la inclinación del talud estabilizado con Proyecto).

Entre los **parámetros del suelo** considerados son:

Suelo Reforzado:

Ángulo de fricción interno = 34.0 (Ver **cuadro 3.10**)

Cohesión, $c [kPa] = 0.00$ (se asume para material granular arenoso =0)

Peso específico saturado $[kN/m^3] = 20.00$ (Se asume un material granular grueso arenoso con alto contenido de humedad 18-20 KN/m3)

Suelo de Relleno:

Ángulo de fricción interno = 34.0

Cohesión, $c [kPa] = 0.00$

Peso específico saturado $[kN/m^3] = 20.00$

Suelo de Fundación:

Ángulo de fricción interno = 34.0

Cohesión, $c [kPa] = 0.00$

Peso específico saturado $[kN/m^3] = 20.00$

Entre los resultados más importantes que muestra el programa se encuentran:

Cuadro 3.12 Resultados Refuerzos con Geomallas en Talud Km 84+700

Elevación (m)	Longitud (m)	Resistencia Tr (KN/m2)	Resistencia Td (KN/m2)	F.S. Total	Estado
h= 1.85	2.05	13.99	18.18	1.30	Ok
h= 0.95	2.26	13.99	18.18	1.30	Ok
h= 0.35	2.16	13.99	18.18	1.30	Ok
h= 0.00	2.47	13.99	18.18	1.30	Ok

Cuadro 3.13 Resultados Fallas Profundas y Deslizamientos en Talud Km 84+700

Falla Profunda	Según los datos ingresados al programa la corrida nos da como resultado que para una inclinación de 70° el talud es estable con un factor de seguridad de acuerdo al método de Bishop de 1.27 .
Falla Deslizamiento	La longitud mínima para hacer el corte y evitar deslizamientos en la capa inferior del talud (h=2.74m), es de 2.47m por lo que se asumirá 2.50m para su diseño.

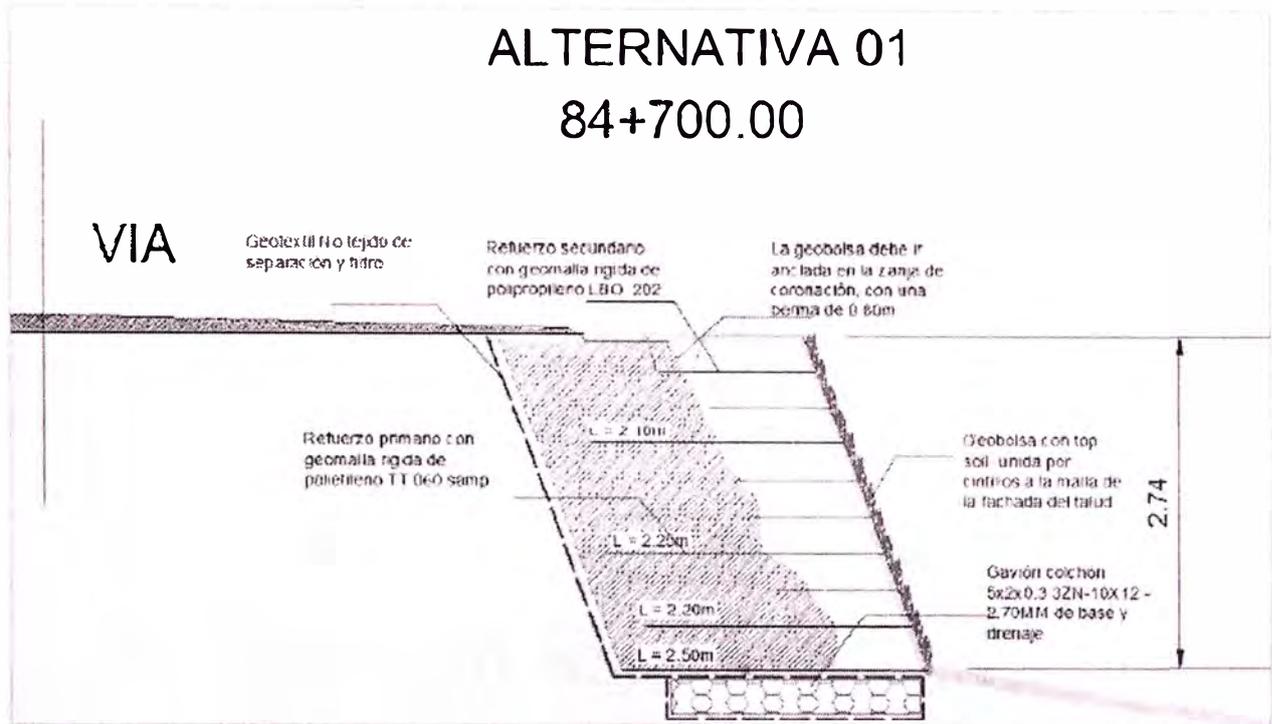
Fuente: Elaboración propia

Alternativa 1:

Esta alternativa consiste en la colocación de un gavión colchón con geotextil no tejido que servirá de separación y de filtro en la superficie de corte y colocación de geomalla rígida de polipropileno con relleno propio compactado, que servirá para contrarrestar los esfuerzos laterales del suelo y evitar deslizamientos ante la presencia de cargas fuertes en la superficie de rodadura

Luego de rellenar la altura del talud a tratar h=2.75m con los materiales descritos anteriormente y de haber colocado las geobolsas, se procederá al sembrado de las semillas el cual se le hará un mantenimiento periódico para su conservación.

Figura 3.3 Esquema de Solución Alternativa 1 del Talud Km 84+700



Fuente: Elaboración propia

De la figura anterior se tiene un área achurada de rojo que es la sección de corte que aproximadamente es un paralelepípedo de 2.50m de ancho por 2.75 m de altura y como se va a tratar 15m de longitud entonces $2.75 \times 2.50 \times 15.00 = 105\text{m}^3$ de volumen de corte y relleno.

Los **costos de los materiales** para la alternativa 1 son:

Cuadro 3.14 Costos Materiales Alternativa 1 del Talud Km 84+700

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	US\$	PARCIAL
Geomalla TT 060 Samp	m2	135.75	3.41	462.91
Geomalla LBO 202 samp	m2	75.00	1.60	120.00
Geotextil NT GTX 025	m2	82.50	0.98	80.85
Geobolsas	m2	45.00	1.80	81.00
Gaviones colchón	Und	3.00	115.56	346.68
Cintillos de 50kgf	Cto	3.00	18.50	55.50
TOTAL (US\$)				1146.94

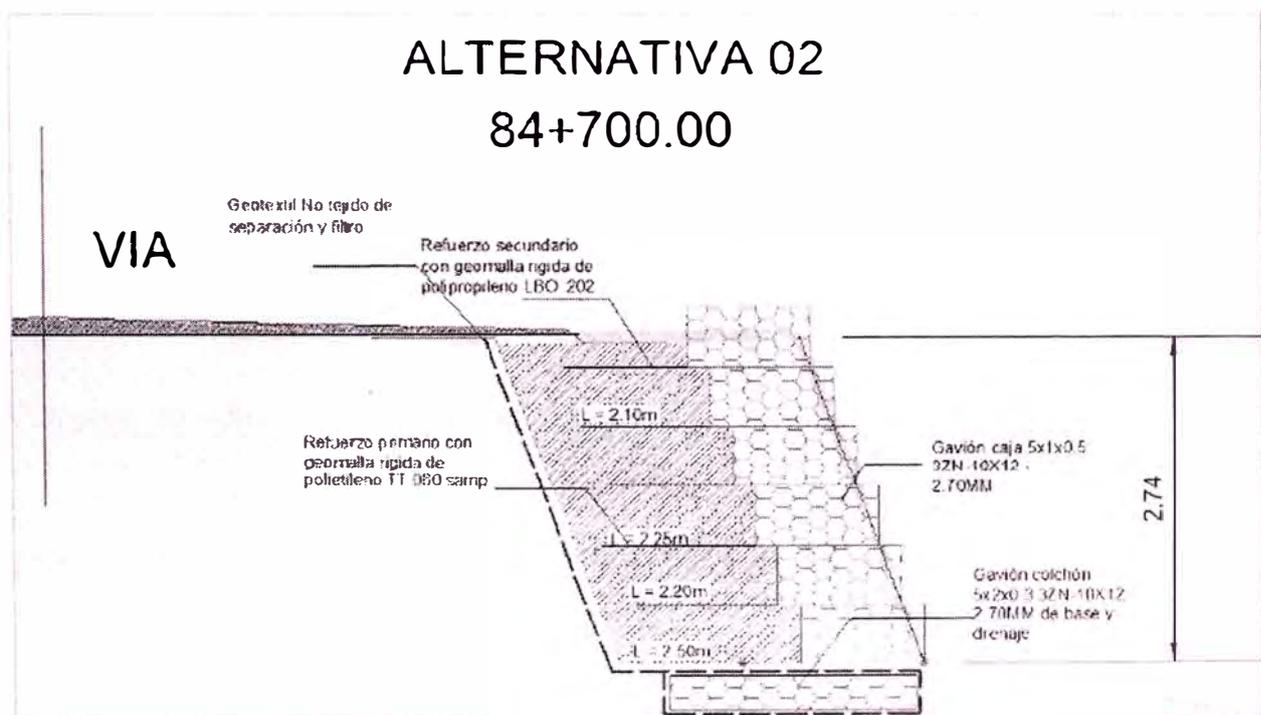
Fuente: Elaboración propia

Alternativa 2:

Esta alternativa consiste en la colocación de un gavión colchón con geotextil no tejido que servirá de separación y de filtro en la superficie de corte y colocación de geomalla rígida de polipropileno con relleno propio compactado, que servirá para contrarrestar los esfuerzos laterales del suelo y evitar deslizamientos ante la presencia de cargas fuertes en la superficie de rodadura

Luego de rellenar la altura altura del talud a tratar $h=2.75\text{m}$ con los materiales descritos anteriormente en vez de colocar las geobolsas se colocará una escalera de gaviones el cual tiene por función principal igual que la geobolsa evitar la erosión en el talud de corte, también se le dará un mantenimiento periódico para su conservación.

Figura 3.4 Esquema de Solución Alternativa 2 del Talud Km 84+700



Fuente: Elaboración propia

De la figura anterior se tiene un área achurada de rojo que es la sección de corte que aproximadamente es un paralelepípedo de 2.50m de ancho por 2.75 m de altura y como se va a tratar 15m de longitud entonces $2.75 \times 2.50 \times 15.00 = 105\text{m}^3$ de volumen de corte y relleno.

Los **costos de los materiales** para la alternativa 2 son:

Cuadro 3.15 Costos Materiales Alternativa 2 del Talud Km 84+700

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	US\$	PARCIAL
Geomalla TT 060 Samp	m2	135.75	3.41	462.91
Geomalla LBO 202 samp	m2	75.00	1.60	120.00
Geotextil NT GTX 025	m2	82.50	0.98	80.85
Gavión Colchón	Und	3.00	115.56	346.68
Gavión Cajón	Und	15.00	78.47	1177.05
TOTAL (US\$)				2187.49

Fuente: Elaboración propia

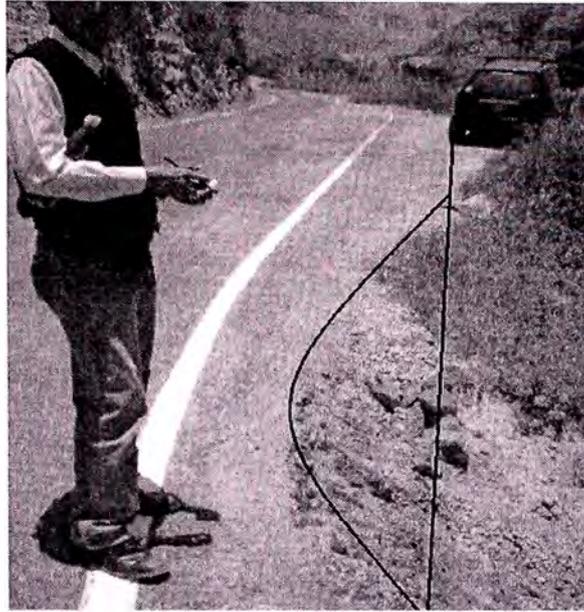
Como conclusión se tiene que la **alternativa 01** en costo de materiales es más económico, sin embargo en su procedimiento constructivo, requiere necesariamente de apoyos de encofrado para dar la forma y compactación del talud, es por esto que se emplea como confinamiento las geobolsas que se irán colocando en forma escalonada conforme se va compactando por capas el material de relleno. Para la revegetación hay que hacer un mantenimiento de regado y esperar un tiempo a que revegete, se escogerá esta alternativa para la etapa de construcción.

- **Talud 85+400**

Tal como se observa en el **Cuadro 3.11**, y de acuerdo al fundamento teórico expuesto (**pág. 30**) este talud tiene erosión de tipo laminar por acción de las lluvias y al no tener cobertura vegetal comienza a desprenderse partículas del suelo del talud provocando su inestabilidad.

La altura del talud es aprox.de 30m con una longitud de 38m de los cuales 6m están en una situación crítica, se tiene una distancia al río de aprox. 50m, entonces se puede adoptar una solución similar a la de la progresiva 84+700 considerando una altura de erosión de 3.65m, para el tramo de talud restante $(38m-6m) = 32m$, se evaluará un mantenimiento periódico y rutinario para evitar que se propague la erosión en los taludes cercanos.

Figura 3.5 Talud Crítico de la Progresiva 85+400



Fuente: Elaboración propia

MODELAMIENTO DEL PROGRAMA

Cuando se inicia el programa RE-SLOPE, se ingresan los datos de entrada mínimos necesarios para poder modelar el talud. (Los datos de entrada y resultados del modelamiento del talud 85+400 con el programa RE-SLOPE se muestran al detalle en el anexo 5).

Entre los **parámetros geométricos** considerados son:

Altura del talud, H [m] = 3.75 (Es la altura de erosión a solucionar).

Pendiente del talud, i ° = 70.00 (Es la inclinación del talud estabilizado con Proyecto).

Entre los **parámetros del suelo** considerados son:

Suelo Reforzado:

Ángulo de fricción interno = 34.0 (Ver **cuadro 3.10**)

Cohesión, c [kPa] = 0.00 (se asume para material granular arenoso =0)

Peso específico saturado [kN/m³] = 20.00 (Se asume un material granular grueso arenoso con alto contenido de humedad 18-20 KN/m3)

Suelo de Relleno:

Ángulo de fricción interno = 34.0

Cohesión, c [kPa] = 0.00

Peso específico saturado [kN/m³] = 20.00

Suelo de Fundación:

Ángulo de fricción interno = 34.0

Cohesión, c [kPa] = 0.00

Peso específico saturado [kN/m³] = 20.00

Entre los resultados más importantes que nos muestra el programa se encuentran:

Cuadro 3.16 Resultados Refuerzos con Geomallas en Talud Km 85+400

Elevación (m)	Longitud (m)	Resistencia Tr (KN/m2)	Resistencia Td (KN/m2)	F.S. Total	Estado
h= 2.75	2.75	2.66	18.18	6.83	Ok
h= 1.85	2.61	10.54	18.18	1.72	Ok
h= 1.25	2.72	13.99	18.18	1.30	Ok
h= 0.65	2.62	13.99	18.18	1.30	Ok
h= 0.35	2.81	13.99	18.18	1.30	Ok
h= 0.00	3.11	13.99	18.18	1.30	Ok

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3.17 Resultados Fallas Profundas y Deslizamientos en Talud Km 85+400

Falla Profunda	Según los datos ingresados al programa la corrida nos da como resultado que para una inclinación de 70° el talud es estable con un factor de seguridad de acuerdo al método de Bishop de 1.34.
Falla Deslizamiento	La longitud mínima para hacer el corte y evitar deslizamientos en la capa inferior del talud (h=3.75m), es de 3.11m por lo que se asumirá 3.15m para su diseño.

Fuente: Elaboración propia

Los **costos de los materiales** para el tratamiento de este talud son:

Cuadro 3.18 Costos Materiales del Talud Km 85+400

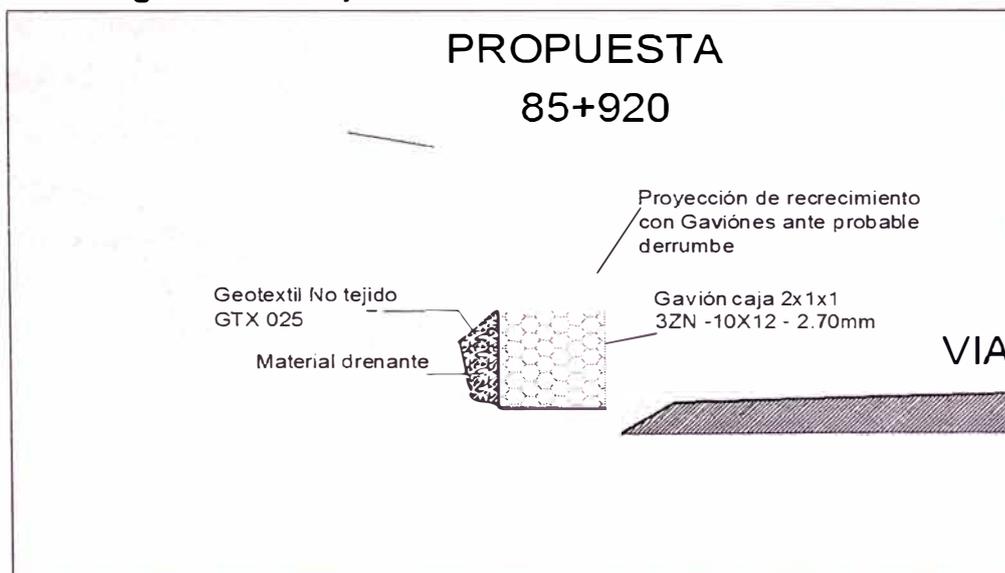
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	US\$	PARCIAL
Geomalla TT 060 Samp	m2	135.75	3.41	462.91
Geomalla LBO 202 samp	m2	75.00	1.60	120.00
Geotextil NT GTX 025	m2	82.50	0.98	80.85
Gavión Colchón	Und	3.00	115.56	346.68
Gavión Cajón	Und	15.00	78.47	1177.05
TOTAL (US\$)				2187.49

Fuente: *Elaboración propia*

- **Talud 85+920**

En este talud la solución que se propone es consiste en limpiar la zona donde se aprecia la línea de saturación expuesta, luego colocar un geotextil No tejido de separación y filtro envolviendo una determinada cantidad de grava que sirva como medio de tránsito para permitir el paso del flujo del agua y dejar retenido en la parte posterior del geotextil las partículas que se arrastran con el flujo del agua, para ayudar a contener esta grava con filtro, se recomienda colocar un gavión que ayude a la contención.

Figura 3.6 Esquema de Solución del Talud 85+920



Fuente: *Elaboración propia*

Los materiales que se emplearían en esta solución serían el Gavión Caja y el Geotextil No Tejido relleno con material drenante que pueden ser cantos rodados o materiales granulares de la zona.

Para la longitud de 20m del talud de corte de 30m de altura se está proponiendo un mantenimiento periódico y rutinario con el fin de evitar la erosión por causa de lluvias.

- **Talud 86+300**

Para este talud se propone una revegetación ya que se observó en el trabajo de campo que el desmoronamiento del material del talud no es muy crítico y se trató en algún momento tratar de estabilizarlo con sembrado de vegetación nativa, solo que se descuidó su mantenimiento.

Se propone plantar en su longitud total de 48m como parte de un mantenimiento periódico y rutinario, a fin de evitar la erosión.

- **Talud 88+500**

En la inspección de campo se observó que este talud es una zona potencial de derrumbe, Se plantea hacer un mantenimiento periódico y rutinario con el fin de evitar que se erosione en el tiempo del proyecto.

3.4.3 Conservación de Taludes Críticos.

En la etapa de construcción para el tratamiento de los taludes más críticos con gaviones y geomallas se hizo un resumen de metrados el cual figura en el **Cuadro 3.19.**

En la Etapa de Mantenimiento Periódico y Rutinario para los Taludes Críticos identificados se propondrán medidas de conservación mediante mantenimientos periódicos y rutinarios en 7 años de acuerdo al manual técnico de mantenimiento periódico para la red vial departamental no pavimentada del MTC aprobado mediante la Resolución directoral N° 015-2006-MTC/14 del 22 de marzo del año 2006 y de las especificaciones técnicas generales para conservación de Carreteras del MTC aprobado mediante la Resolución Directoral N° 051-2007-MTC del 27 de agosto del año 2007.

Con respecto a los tiempos de ejecución de los mantenimientos, se están asumiendo de acuerdo a la frecuencia de las lluvias, experiencia de obras anteriores con respecto a las soluciones adoptadas a c/u de los taludes, así como aprovechar el mantenimiento de las otras especialidades para poder usar la mano de obra y los equipos que se puedan necesitar en el tiempo de ejecución del mantenimiento.

En los siguientes cuadros se muestran todas las actividades de construcción, mantenimiento periódico y rutinario según sea el caso a desarrollarse en cada uno de los taludes identificados en el tramo Km 84+000 al 89+000.

Cuadro 3.19 Etapa Construcción de Taludes Críticos del Km 84+000 al Km 89+000

Descripción	Und	metrado
TALUD 84+700		
Corte de material suelto (2.75x2.50x15.00)	m3	105.00
Relleno con material propio (2.75x2.50x15.00)	m3	105.00
S&I Geomalla TT 060 Samp (2.5+2.20+2.25+2.10)x15.00	m2	135.75
S&I Geomalla LBO 202 Samp (5.00x1.00)x15.00	m2	75.00
S&I Geotextil NT GTX 025 (3.00+2.50)x15.00	m2	82.50
S&I Geobolsa verde (3.00x15.00)	m2	45.00
S&I Gavión Colchón (5x2x0.3)x3	m3	9.00
Sembrío de plantas nativas (3.00x15.00)	m2	45.00
TALUD 85+400		
Corte de material suelto (3.75x3.15x6.00)	m3	71.00
Relleno con material propio (3.75x3.15x6.00)	m3	71.00
S&I Geomalla TT 060 Samp (3.15+2.85+2.65+2.75+2.65+2.75)x6.00	m2	100.80
S&I Geomalla LBO 202 Samp (7.00x1.00)x6.00	m2	42.00
S&I Geotextil NT GTX 025 (4.00+3.15)x6.00	m2	43.00
S&I Geobolsa verde (4.00x6.00)	m2	24.00
S&I Gavión Colchón (5x2x0.3)x1	m3	3.00
Sembrío de plantas nativas (4.00x6.00)	m2	24.00
TALUD 85+920		
S&I Geotextil NT GTX 025 (1+1+0.5+0.5)x4	m2	12.00
S&I Gavión Cajón (1x1x2)x2	m3	4.00

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3.20 Etapa Mantenimiento Rutinario de Taludes Críticos del Km 84+000 al Km 89+000

Descripción	Und	metrado	frecuencia	Horizonte (años)	Total metrado	Und
TALUD 84+700						
Desbroce y limpieza (45.00x20.00)	m2/año	900.00	3/(1año)	7	18,900.00	m2
TALUD 85+400						
Desbroce y limpieza (38.00x20.00)	m2/año	760.00	3/(1año)	7	15,960.00	m2
TALUD 85+920						
Desbroce y limpieza (20.00x30.00)	m2/año	600.00	2/(1año)	7	8,400.00	m2
TALUD 86+300						
Desbroce y limpieza (48.00x20.00)	m2/año	960.00	3/(1año)	7	20,160.00	m2
TALUD 88+500						
Desbroce y limpieza (50.00x30.00)	m2/año	1,500.00	2/(1año)	7	21,000.00	m2
ATENCIÓN DE EMERGENCIAS						
Remoción de derrumbes menores a 50M3	m3/año	50.00	1.00/año	7	350.00	m3

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3.21 Etapa Mantenimiento Periódico de Taludes Críticos del Km 84+000 al Km 89+000

Descripción	Und	metrado	frecuencia	Horizonte (años)	Total metrado	Und
TALUD 84+700						
Revegetación (45.00x20.00)	m2/año	900.00	1/(2años)	7	3,150.00	m2
TALUD 85+400						
Revegetación (38.00x20.00)	m2/año	760.00	1/(2años)	7	2,660.00	m2
TALUD 85+920						
Desquinche y Perfilado (20.00x30.00)	m2/año	600.00	1/(1año)	7	4,200.00	m2
TALUD 86+300						
Revegetación (48.00x20.00)	m2/año	960.00	1/(2años)	7	3,360.00	m2
TALUD 88+500						
Desquinche y Perfilado (50.00x30.00)	m2/año	1,500.00	1/(1año)	7	10,500.00	m2

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

EXPEDIENTE TÉCNICO

4.1 MEMORIA DESCRIPTIVA.

4.1.1 Antecedentes.

Proyecto Perú, es un programa de infraestructura vial diseñado para mejorar las vías de integración de corredores económicos, conformando ejes de desarrollo sostenido con el fin de elevar el nivel de competitividad de las zonas rurales, en la Red Vial Nacional, Departamental y Vecinal.

El Proyecto Perú ha establecido una política de conservación vial a través de contratos a nivel de servicios y por plazos mayores o iguales a tres años, lo que implica una transferencia de riesgo al contratista; de este modo, mediante Convenio N° 018-2008-MTC/20, la empresa "Consortio Gestión de Carreteras", asume las obligaciones de Conservación Vial por Niveles de Servicio de la Carretera Cañete – Lunahuaná – Pacarán - Chupaca y Rehabilitación del Tramo Zúñiga - Dv. Yauyos – Dv. Roncha.

4.1.2 Objetivo.

El objetivo del estudio es el Mejoramiento de Serviciabilidad de la Carretera Cañete-Yauyos-Huancayo en las Progresivas Km. 84+000 al Km. 89+000 mejorando los problemas presentados en los taludes para que durante el periodo de 7 años no ocurran daños serios en la superficie de rodadura, se tenga una buena ruta alterna a la Carretera Central que permita mejorar la economía de los pueblos ubicados en el área de influencia de estas progresivas.

4.1.3 Ubicación del Proyecto.

Longitud	: 5 Km.
Distrito	: San Lorenzo de Putinza
Provincia	: Yauyos
Departamento	: Lima
Altitud	: 1400 msnm.

Geográficamente se inicia en la progresiva Km. 84+000 con coordenadas: Norte 8'587,065 y Este 400,048 de la carretera Cañete-Yauyos-Huancayo y finaliza en el Km. 89+000 con coordenadas: Norte 8'589,807 y Este 397,186.

4.1.4 Información Topográfica.

Topografía abrupta con fuertes pendientes transversales a media ladera accidentada por donde circula el Río Cañete. Los terrenos por donde transcurre la carretera del proyecto, es ondulado predominantemente.

4.1.5 Estado Actual de la Carretera.

El tramo de La carretera en estudio actualmente es una carretera con un monocapa en estado de exudación, presentando estrechas curvas horizontales con poca visibilidad además de tener un ancho de vía entre 3.00m – 4.00m que hace difícil el tránsito en doble sentido, falta de drenaje, taludes críticos por procesos erosivos y zonas potenciales de derrumbes.

4.1.6 Descripción del Proyecto.

El Proyecto consiste en estabilizar los taludes más críticos mediante el uso de gaviones y geosintéticos, identificados entre las progresivas 84+000 y 89+000, para después conservarlos dándoles mantenimiento periódico y rutinario en el periodo de 7 años y evitar así daños en la superficie de rodadura.

Entre las tareas a realizar dentro del Proyecto serán:

- ◆ Estabilización de Taludes con Gaviones Tipo Cajón y Colchón con Geosintéticos (Geomallas, Geotextiles, Geobolsas).
- ◆ Desquinche de Taludes.
- ◆ Perfilado de Taludes.
- ◆ Desbroce y Limpieza.
- ◆ Revegetación.

4.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

Dentro de las Especificaciones Técnicas se tienen consideradas las siguientes partidas:

4.2.1 Gaviones.

Los Gaviones que se usarán en la obra son de Tipo Caja y Tipo Cajón cuyas mallas hexagonales y alambres de malla están siguiendo las especificaciones de la Norma **ASTM A 975 – 97** y la **Calidad SAE- 1008**. (Alambres de acero recocido).

Los alambres de borde, amarre y atirantamiento se establecen de acuerdo a lo especificado en la Norma **ASTM A – 641 – BSS443** y la protección del alambre siguen los criterios de la norma **ASTM A – 641, Clase 3. (Ver Anexo 1)**.

4.2.2 Geosintéticos.

Entre los Geosintéticos que se van a usar en la obra están:

- a) Geomalla TT 060 Samp
- b) Geomalla LBO 202 Samp.
- c) Geotextil NT PAVCO GTX 025.
- d) Geobolsa con Top Soil (tierra de Chacra).

Las consideraciones de estos Geosintéticos se encuentran en el (**Anexo 1**).

4.2.3 Desquinche manual de Taludes.

Para el Mantenimiento Periódico de los taludes se está considerando hacer un desquinche manual de taludes c/ año cuyo proceso de ejecución se detalla en las E.T del **Anexo1** del presente informe.

4.2.4 Perfilado de Taludes.

Para el Mantenimiento Periódico de los taludes se está considerando hacer un perfilado de taludes c/ año cuyo proceso de ejecución se detalla en las E.T en el **Anexo1** del presente informe.

4.2.5 Protección de Taludes contra la erosión.

Para el Mantenimiento Periódico de los taludes se está considerando hacer un Sembrío de plantas Nativas c/2 año cuyo proceso de ejecución se detalla en las E.T en el **Anexo1** del presente informe.

CONCLUSIONES

1. En el Talud de la Progresiva 84+700 tenemos que la **alternativa 01** en costo de materiales es más económico, sin embargo en su procedimiento constructivo, requiere necesariamente de apoyos de encofrado para dar la forma y compactación del talud, es por esto que se emplea como confinamiento las geobolsas que se irán colocando en forma escalonada conforme se va compactando por capas el material de relleno.
2. El drenaje es muy deficiente a lo largo del tramo, y al no haber alcantarillas que direccionen el agua de las lluvias o infiltración, los taludes se ven afectados, tal como ocurre en el talud 85+920.
3. En la inspección de campo se observó vegetación natural en algunos taludes tanto de corte como de relleno, los cuales se deben controlar con el desbroce y limpieza como mantenimiento rutinario
4. El empleo de Gaviones combinados con Geosintéticos es una buena alternativa para estabilizar taludes porque su colocación no requiere de gran cantidad de mano de obra calificada y de equipos pesados. Su uso disminuirá los requerimientos del concreto, encofrados que tradicionalmente se hacían en los muros de contención.
5. Los tratamientos con Geobolsas y sembrío de plantas nativas para la erosión permiten darle a los taludes una imagen más de acuerdo con la naturaleza a la vez que su costo de colocación y mantenimiento es más económico.

RECOMENDACIONES

1. Para los taludes con erosiones menores se debe considerar hacer relleno con tierra y sembrío de plantas nativas por ser más económico.
2. Para desarrollar un análisis de estabilidad con mayor precisión es necesario realizar exploraciones geotécnicas a detalle que permitan conocer los parámetros geotécnicos de suelo en la zona y verificar el análisis de estabilidad para poder plantear más alternativas de solución.
3. Se deben realizar más muestreos y ensayos de laboratorio para todas las canteras, sobre todo en las que están en el lecho del río ya que son una principal fuente de agregados y cercanos a la carretera.
4. El Río Cañete circula en todo el tramo de la carretera en estudio, los cursos de agua son principales fuentes de cantera de material para agregado de concreto, se recomienda analizar la posibilidad de buscar una nueva cantera en el lecho de río para la posibilidad de hacer obras de concreto o de superficies de rodadura de concreto como es el caso del Puente Matica ubicado en el tramo en estudio, esta situación reduciría los costos de construcción y mantenimiento periódico o rutinario.
5. Se deben instalar estaciones de aforo en el río Cañete en tramos para poder determinar el tirante y caudal del río en avenida y estiaje, esto permitiría predecir el efecto del río sobre los taludes inferiores y poder estimar el comportamiento erosivo del talud en el tiempo.
6. En los enrocados colocados como medida de mitigación de derrumbes en los taludes de corte se deben tener un mantenimiento periódico para que puedan mantenerse.

BIBLIOGRAFÍA

1. **BRAJA, M.DA** Fundamentos de Ingeniería geotécnica. Editorial Thompson Learning, México, 2001.
2. **CENTENO AGUIRRE, JOSÉ MARCELINO**. Ampliación y Mejoramiento de la Carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del Km. 166+200 al 166+500. Geotecnia y Geología, Canteras, Fuentes de Agua y Pavimentos. Informe de Suficiencia – Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, 2009.
3. **FALCONI GUERRERO, ALFREDO ALBERTO**. Ampliación y Mejoramiento de la Carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del Km. 166+800 al 167+100. Evaluación de taludes y diseño de Pavimentos. Informe de Suficiencia – Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, 2009.
4. **INGEMMET**. Boletín N° 44. Editorial Allamanda S.R.L., Lima 1993.
5. **INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA**. Manual de taludes. Gráficas Monterreina S.A., España, 1991.
6. **JORGE OSTOS, RUBEN ISAC**. Ampliación y Mejoramiento de la Carretera Cañete-Yauyos-Huancayo del Km. 167+100 al 167+400. Estudio de Suelos, Canteras y diseño de Pavimentos. Informe de Suficiencia – Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, 2009.
7. **SUAREZ DIAZ, JAIME**. Estabilidad de taludes en zonas tropicales. Editorial Ingeniería de suelos Ltda., Colombia, 1998.

ANEXO 1

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

GAVIONES

Descripción

Los gaviones de protección son prismas rectangulares muy flexibles, fabricados con mallas de alambre de acero fuertemente galvanizado, tejidos mediante una doble torsión o electro soldada y rellenos con piedra, de las dimensiones y características específicas detalladas en las presentes especificaciones y/o en los planos correspondientes.

Las características de los gaviones están dadas por la abertura de la malla o cocada, el calibre de los alambres de la malla, de borde, para el amarre o atirantamiento y el tipo de recubrimiento que estos tienen. Todos los gaviones estarán provistos de diafragmas y de templadores para su adecuado funcionamiento.

Serán colocados en las ubicaciones mostradas en los planos o conforme lo estipule el Supervisor.

Tipos de Gaviones.

a) Gaviones Tipo Caja.

Son prismas rectangulares constituidos por mallas que forman una base con paredes verticales y una tapa, que eventualmente puede ser formada por separado. Son denominados tipo caja porque la altura de una unidad fluctúa entre 0.5 - 1.0m. Las paredes verticales de los extremos que completan una unidad, deben ser unidas a la base de la malla mediante procesos mecánicos de torsión a través de un alambre retorcido continuo (tortol), o electrosoldado, de manera que garantice la perfecta unión y articulación del gavión.

Cada gavión debe ser dividido por diafragmas, conformando celdas cuya largura no deberá ser superior a una vez y media el ancho del gavión, esta separación es de

1m. Los diafragmas están unidos a la malla de base, y deben ser atados a las paredes verticales del gavión.

b) Gaviones Tipo Colchón.

Están conformados de la misma manera que los gaviones tipo caja con la única diferencia que sus paredes verticales son de pequeña dimensión teniendo alturas que fluctúan de 0.20 - 0.50m.

Un colchón está dividido por diafragmas colocados a cada metro conformando celdas a cada metro, estos diafragmas están unidos a la base. La tapa es generalmente suministrada de forma separada.

Materiales

a) Dimensión del Hexágono de Malla.

Los módulos de la cocada deben ser de 80 x 100 mm de acuerdo a como lo establece la Norma Técnica que regula la fabricación de Gaviones de Doble Torsión ASTM A 975 – 97. y esto se debe a que los gaviones están sometidos a esfuerzos internos por efectos de las socavaciones, asentamientos diferenciales del terreno donde están cimentados, así como desplazamientos verticales debido al empuje de tierras, no se debe aceptar mallas cuyas cocadas sean mayores a las especificadas en este acápite. Experiencias de campo han demostrado que mallas de mayor abertura han colapsado dado su menor área de acero/m², y por lo tanto menor resistencia a los esfuerzos expuestos.

La malla será fabricada en cocada de forma hexagonal a triple torsión, resultante de entrecruzar 2 hilos de alambre por tres medios giros.

La abertura de la malla será dimensionada de la siguiente manera:

$$a \times b \text{ (mm)}$$

Donde el valor de “a” será la media de las distancias (se refiere a la distancia entre dos uniones paralelas de la misma abertura) tomadas sobre dos aberturas consecutivas dispuestas transversalmente a la textura de la malla y el valor de “b”

será el que corresponda a la distancia entre dos uniones de la misma abertura que se encuentren sobre el mismo eje.

Las mallas deberán tener un acabado en todos sus bordes, con la finalidad de evitar que estas se desarmen y dar mayor estabilidad a la estructura. Este acabado consiste en dar un dobléz no menor de una cocada sobre el alambre de borde (el alambre de borde se coloca en todos los bordes libres del gavión y será de mayor calibre que el de la malla).

b) Dimensiones de los Gaviones.

De manera general podrían, los gaviones fabricarse en diferentes dimensiones, sin embargo dimensiones estándar se muestran a continuación:

GAVIONES TIPO CAJA						
Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	N° Diafragmas	Peso aprox. (kg) 2.70x3.40	Peso aprox. (kg) 3.00x3.90	Peso aprox. (kg) 3.50x4.10 PVC
2.0	1.0	1.0	1.0	18.0	22.2	17.3
3.0	1.0	1.0	2.0	26.1	32.3	25.3
4.0	1.0	1.0	3.0	34.3	42.4	33.2
5.0	1.0	1.0	4.0	42.5	52.5	41.1
5.0	1.5	1.0	4.0	55.02	68.68	53.75

GAVIONES TIPO COLCHÓN						
Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	N° Diafragmas	Peso aprox. (kg) 2.70x3.40	Peso aprox. (kg) 3.00x3.90	Peso aprox. (kg) 3.50x4.10 PVC
5.0	2.0	0.20	4.0	39.9	49.2	38.5
5.0	2.0	0.30	4.0	43.5	53.7	42.0
5.0	2.0	0.50	4.0	50.7	62.6	49.0
6.0	2.0	0.50	5.0	60.5	74.7	58.5

Los Pesos corresponden a Gaviones con alambre de malla x alambre de borde, respectivamente (Ver cuadro de calibre de alambres).

Tolerancias de las dimensiones de los gaviones.

- Las tolerancias en el largo, ancho y alto del gavión será de +-3%.
- Los pesos estan sujetos a una tolerancia de +-5% (que corresponden a una tolerancia menor que la de 2.5% admitida para el diámetro del alambre).

c) Características del Alambre.

Los alambres que se usan para la fabricación, armado e instalación de gaviones debe ser hecho de acero “dulce recocido” (Calidad SAE 1008) y deberán cumplir las siguientes especificaciones.

Material Base:

% Carbono	0,06 – 0,10
% Fósforo	máx. 0,04
% Azufre	máx. 0,05

Tipos de alambre:

• **Alambre de Malla.**

Es aquel que compone la malla hexagonal tejida a doble torsión o electrosoldada resultante de entrecruzar 2 hilos de alambre por tres medios giros, de acuerdo a las especificaciones ASTM A 975-97. Para estos gaviones, las dimensiones de la malla serán 10x12. El diámetro de los alambres utilizados para la fabricación de esta malla debe ser de 2.70mm y de 3.4mm para los bordes, de manera que la malla resista una tracción de **3500 kgf/ml**.

• **Alambre de Borde.**

Todos los bordes libres del gavión, inclusive el lado superior de los diafragmas deben ser de mayor calibre que la malla para que adquiera mayor resistencia y consistencia.

- **Alambre de Amarre y Atirantamiento.**

El alambre de amarre es aquel que será utilizado para coser las mallas hexagonales que formarán el gavión así como la unión ellos mismos para componer la estructura deseada y el alambre de atirantamiento es aquel que se usa para evitar deformaciones del mismo. Será de calibre menor al del alambre de malla. Para los gaviones tipo caja corresponderá al 8% del peso total y 6% del peso total para los tipo colchón.

Calibre de los alambres.

Diámetro	Galvanizado	Galvanizado	Plastificado
Alambre de malla (mm)	2.70	3.00	3.50
Alambre de borde (mm)	3.40	3.90	4.10
Alambre de amarre y atirantamiento (mm)	2.20	2.20	3.50

Nota: El calibre mínimo del alambre de malla será de 2.70 mm; experiencias de campo han demostrado que estructuras construidas con calibres menores o más bajos han colapsado muy rápidamente.

Normas y Tolerancias.

- El estiramiento del alambre no deberá ser inferior al 12%. Para ello se debe realizar el ensayo sobre un alambre de 30cm de largo.
- Norma: ASTM A- 641 - BSS443
- Resistencia a la tracción de 40 - 50 kg/mm²
- Modulo de elasticidad: 19180 kg/mm²
- Tolerancia en el diámetro del alambre galvanizado: +-2.5%

Protección del alambre.

Tipos de protección.

El alambre utilizado para la fabricación armado e instalación tendrá un tratamiento especial para protegerlo de agentes agresivos externos, pudiendo ser:

- Triple galvanizado (galvanización pesada)
- Triple galvanizado y plastificado (galvanización pesada + revestimiento de P.V.C.)

Normas y Tolerancias del galvanizado.

- Norma ASTM A- 641 galv. Clase 3.
- La uniformidad de la capa de zinc cumple el "Prece Test A.S.T.M. 239"
- La pureza del zinc es del 99.99%
- La cantidad de revestimiento será:

Diámetro de alambre (mm)	Mínimo peso del revestimiento (grm. – Zinc/m2)
2,40	260 *
2,70	260 *
3,40	275 *

d) Material de Relleno de Gaviones.

El relleno de los gaviones será de piedra del lecho del río con granulometría tal que permita la obtención de una masa lo más compacta posible, no debiendo ser las piedras, en ningún caso, de diámetro menor al de las aberturas de la malla.

Método de Construcción.

La plataforma deberá ser preparada de manera de presentar una superficie plana y uniforme, previamente a la colocación de los gaviones.

Los gaviones serán armados fuera del área a proteger y trasladados posteriormente a su ubicación final.

Colocados sobre la superficie, los gaviones deberán ser sólidamente unidos entre sí mediante amarres de alambre, asegurando su continuidad estructural.

El relleno de piedra será realizado cuidadosamente, logrando el menor volumen de vacíos posible y considerando un ligero sobre volumen para permitir el acomodo posterior del relleno.

Medición.

Para efectos de medición se considerarán los metros cúbicos (m³) de gaviones instalados, entre los límites previstos conforme a los planos o según especifique el Supervisor.

Pago.

El Total de metros cúbicos de gaviones colocados será pagado al Contratista, al precio unitario del contrato por (M³), para la partida **Gaviones**. Este pago constituirá la compensación total por toda la mano de obra, leyes sociales, materiales, equipo, herramientas e imprevistos necesarios para completar la partida (incluido transporte de agregados), el armado y el llenado de los gaviones.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de construcción o adecuación de las vías de acceso a las fuentes de materiales, la extracción, preparación y suministro de los materiales, así como su carga, transporte, descarga, almacenamiento, colocación, y, en general, todo costo relacionado con la correcta construcción de los gaviones, de acuerdo con los planos del proyecto, esta especificación y las instrucciones del Supervisor.

GEOSINTÉTICOS

Descripción.

Esta especificación comprende los requisitos para el uso de geotextiles, geomallas, geobolsas en trabajos de separación, estabilización, control permanente de erosión, retención de finos.

Materiales.

Los materiales propósito de esta especificación se describen a continuación.

a) *Geomalla TT 060 Samp.*

Tenax TT Samp son geomallas mono-orientados que están diseñadas especialmente para el refuerzo del suelo, se fabrican con una única extrusión de calidad utilizando alta tecnología de los polímeros, tienen un alto módulo a la tensión, gran capacidad de interlock y fuerza, así como un diseño a largo plazo, con alta resistencia y durabilidad.

Aplicaciones típicas.

Muros; laderas reforzadas; reparación de los deslizamientos de tierras, estabilización de terraplenes; vertedero lateral reforzado.

Características Físicas.

La Geomalla TT 060 Samp tiene una estructura Biorientada (2 direcciones) compuesta por una malla de abertura rectangular color negro fabricado con un polímero *Tipo HDPE*.

Dimensiones.

Características	Método de Prueba	Und	TT 060 SAMP	Notas
Tamaño de Apertura DM		mm	220.00	b,d
Tamaño de Apertura DT		Mm	13/20	b,d
Masa por Und. de Área	ISO 9864	g/m2	400.00	b.d

Ancho de rollo		m	1.00	b,f
Longitud de Rollo		m	75.00	b
Diámetro de Rollo		m	0.35	b
Volumen de Rollo		m ³	0.12	b
Peso de Rollo		Kg	30.00	b

Características Técnicas.

Características	Método de Prueba	Unidad	TT 060 SAMP	Notas
Resistencia a la Tensión al 2% de deformación.	ISO 10319	KN / m	17.00	a,c
Resistencia a la Tensión al 5% de deformación.	ISO 10319	KN / m	32.00	a,c
Resistencia Última a la tensión	ISO 10319	KN / m	60.00	a,c
Deformación en el punto de fluencia.	ISO 10319	%	13.00	b,c
Resistencia en la Junta.	GRI –GG2	KN / m	50.00	b,c
Fuerza de diseño a largo plazo.	ISO 13431	KN / m	28.30	a,e

NOTAS:

- a) 95% de confiabilidad en valores limite, ISO 2602
- b) Valores típicos
- c) Realización de pruebas usando extensómetros
- d) DM: Dirección de la máquina (longitudinal al rollo)
DT: Dirección transversal (transversal al rollo).

b) Geomalla LBO 202 Samp.

Tenax LBO Samp son geomallas de polipropileno especialmente diseñadas para estabilización de suelos y aplicaciones de refuerzo, fabricadas mediante un único proceso de extrusión y tienen una doble orientación de alta resistencia a la tensión, tienen excelente resistencia contra daños por construcción y por exposición al medio

ambiente. Además, su geometría permite una fuerte trabazón con el suelo a ser reforzado.

Aplicaciones Típicas.

Refuerzo de bases, reducción de las capas de la estructura de pavimentos, estabilización de sub-bases, estabilización de terraplenes, refuerzo de taludes, refuerzos flexurales.

Características Físicas.

La Geomalla TT 060 Samp tiene una estructura Biorientada (2 direcciones) compuesta por una malla de abertura rectangular color negro fabricado con un polímero Tipo plipropileno, con contenido de carbón negro de 2%.

(**ASTM D1603**). Su empaque es en rollos de bolsa de polipropileno identificado según la **ISO 1032**

Dimensiones.

Características	Método de Prueba	Unid	LBO 202 SAMP	Notas
Apertura DM		mm	27.00	b,d
Apertura DT		mm	37.00	b,d
Espesor de Hilo DM	ISO 9864	mm	1.10	b,d
Espesor de Hilo DT		mm	1.10	b,d
Espesor de Junta		mm	2.80	b
Masa por Unid. de Área		gr /m2	210.00	b
% Área abierta		%	75.00	b
Ancho de rollo		m	3.85	b
Longitud de Rollo		m	100.00	b
Diámetro de Rollo		m	0.35	b
Volumen de Rollo		m3	0.50	b
Peso de Rollo		Kg	80.85	b

Características Técnicas.

Características	Método de Prueba	Unidad	LBO 202 SAMP		Notas
			DM	DT	
Resistencia a la Tensión al 2% de deformación.	GRI – GG1	KN / m	4.5	6.6	b,c,d
Resistencia a la Tensión al 5% de deformación.	GRI – GG1	KN / m	9.50	13.50	b,c,d
Resistencia Última a la tensión	GRI – GG1	KN / m	13.00	20.50	b,c,d
Deformación en el punto de fluencia.	GRI – GG1	%	16.00	13.00	b,c,d
Resistencia en la Junta.	GRI – GG2	KN / m	11.70	18.50	a
Rigidez flexural	ASTM D 1388	gr x cm	750.00	650.00	b
Modulo inicial real en uso	GRI – GG1	KN / m	280.00	400.00	b
Rigidez Torsional (Estabilidad de aberturas)	US COE PRE	KN – cm/deg	28.30		b
Resistencia al daño por instalación	ASTM D-6637 EPA 9090 INMERSIÓN	%SC / %SW / % GP	28.30		b
Resistencia a la degradación a largo plazo	ASTM D-6637 EPA 9090 INMERSIÓN	%	28.30		b

NOTAS:

- a) 95% de confiabilidad en valores límite, ISO 2602
- b) Valores típicos
- c) Realización de pruebas usando extensómetros
- d) DM: Dirección de la máquina (longitudinal al rollo)
DT: Dirección transversal (transversal al rollo).

c) Geotextil No Tejido Pavco GTX 025.

Es un Geotextil No Tejido de polipropileno, conformado por un sistema de fibras, punzonado por agujas. Este Geotextil se produce en una de las plantas de Geosistemas PAVCO S.A., bajo un Sistema de Gestión de Calidad. Es altamente resistente a la degradación biológica y química, que normalmente se encuentra en los suelos. Los valores de las propiedades que aparecen en esta Especificación son obtenidos en el Laboratorio de Control de Calidad de Geotextiles de Geosistemas PAVCO S.A.

	PROPIEDADES	NORMA	UNIDAD	VALOR MARV ²
PROPIEDADES	Método Grab			
	Resistencia a la Tensión	ASTM D 4632	N (lb)	710 (160)
	Elongación		%	>50
	Método Tira ancha			
	Sentido longitudinal	ASTM D 4595	KN/m	11
	Elongación		%	>50
	Sentido Transversal	ASTM D 4595	KN/m	10
	Elongación		%	>50
	Resistencia al Punzonamiento	ASTM D 4833	N (lb)	430 (97)
	Resistencia al Punzonamiento CBR	ASTM D 6241	KN	2.2
Resistencia al Rasgado Trapezoidal	ASTM D 4533	N (lb)	280 (63)	
Método Bullen Burst				
Resistencia al Estallido	ASTM D 3786	KPa (psi)	2098 (304)	
HIDRÁULICA	Tamaño de Abertura Aparente	ASTM D 4751	mm(No Tamiz)	0.180 (80)
	Permeabilidad	ASTM D 4491	cm/s	55x10 ⁻²
	Permitividad	ASTM D 4491	s ⁻¹	1.8
	Tasa de flujo	ASTM D 4491	L/min/m ²	5100

FÍSICAS	Espesor	ASTM D 5199	mm	3.0
	Resistencia UV (% retenido @ 500h)	ASTM D 4355	%	>70
	Rollo Ancho	Medido	m	4.0 – 6.0
	Rollo Largo	Medido	m	120
	Rollo Área	Calculado	m ²	480 - 720

d) Geobolsas.

Es un sistema de doble malla que está formado sucesión de bolsones que al ser llenados con una mezcla de tierra apta para la siembra (Top Soil) y semillas adecuadas permite en un corto plazo que se implanten raíces en un talud a proteger . De esta forma se establece un efectivo y económico sistema de estabilización del suelo en taludes contra la erosión producidas por las lluvias. Se trata de un diseño resistente, flexible y único en su tipo.

Características Físicas	Método	Unidad	Geobolsa
Estructura			Doble malla
Tipo de Malla			Tejida
Color			Negro. Blanco, azul, verde
Tipo Polímero			Polietileno de alta densidad
empaquetado			Los rollos con etiqueta de Identificación
Masa por unid. de Áreas		g – m2	73
Ancho de Rollos.		m	2.10 / 4.20
Largo de Rollos.		m	100.00 / 100.00
Peso de rollos.		Kg	15.40 /30.70
Fuerza de rotura.	ASTM D -5034	KN / m	176.80
Elongación en Punto de Rotura.	ASTM D -5034	%	70

Control de Calidad.

El Contratista someterá a la aprobación de la Supervisión, el geosintético que utilizará en la obra, de acuerdo con la aplicación y lo exigido en estas especificaciones.

Los valores presentados deben corresponder a los últimos de la producción de la planta, es decir, deben estar actualizados. Por lo tanto, no se aceptan valores de catálogo.

Todos los geosintéticos deben llegar a la obra perfectamente referenciados y el Contratista exigirá a su Proveedor, el envío de los resultados correspondientes a cada rollo. No se permitirán valores de catálogo. Verificando que se encuentre entre las especificaciones, se permitirá su uso en obra.

Por cada 1500 m² de un geosintético del mismo tipo, el Contratista enviará a un laboratorio especializado, muestras para verificación de resultados. Este laboratorio debe ser diferente del que posee el proveedor o el productor. Las muestras serán tomadas en presencia del Supervisor, de acuerdo con los procedimientos de muestreo solicitados en la Norma AASHTO-D4354.

Además de la aprobación de la calidad del geosintético, el supervisor deberá tomar las medidas necesarias para que el cemento, arcilla, limos, y demás desechos no tengan como receptor final lechos o cursos de agua.

Medición.

Para todas las aplicaciones de geotextiles mencionados en esta sección la unidad de medida será el metro cuadrado (m²). Los traslapes no se diferenciarán en la medida y estarán incluidos en ella.

Pago.

El pago de los geotextiles para las aplicaciones indicadas en esta sección, se pagarán a los precios unitarios respectivos que se han pactado en el contrato, para la partida **Geosintéticos** los que incluirán todas las operaciones para suministrar, transportar, colocar en el punto de aplicación, control de calidad y todo costo relacionado con la correcta ejecución de cada trabajo aceptado, a satisfacción del Supervisor incluyendo el costo de traslapes y costuras que se requieran para el cumplimiento de las especificaciones.

Este precio y pago será compensación total por todos los materiales, mano de obra, leyes sociales, equipos, herramientas é imprevistos necesarios para la correcta ejecución de todos los trabajos según lo especificado.

DESQUINCHE MANUAL DE TALUDES

Descripción.

Consiste en ejecutar diversas actividades para regularizar y estabilizar taludes, con herramientas manuales, en forma localizada, en sectores críticos.

El objetivo es evitar la caída de piedras y de material suelto, 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 lo más pronto posible luego de detectado el sitio crítico que represente una amenaza para la seguridad de los usuarios.

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 equipos y herramientas tales como: picos, lampas, rastrillos, sogas, arnés, carretillas y/o volquete 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 medidas que garanticen la seguridad de los trabajadores y los usuarios viales.
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, en los sitios críticos, según programa de conservación.
4. Tomar algunas fotografías de casos sobresalientes y/o representativos, en la situación inicial y en actividades de avance.
5. Remover las piedras y material suelto de los taludes, teniendo en cuenta las medidas de seguridad establecidas.
6. Trasladar el material retirado del talud, con carretillas o volquetes al depósito de excedentes definido por la Supervisión.
7. Inspeccionar visualmente que el talud presente estabilidad y hacer seguimiento permanente a 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 se ha realizado a satisfacción el Desquinche Manual de Taludes cumpliendo con esta especificación y que como resultado no se presentan piedras o materiales sueltos en la superficie de los taludes.

Medición.

La unidad de medida para el Desquinche Manual de Taludes será el metro cuadrado (m²), aproximado al metro cuadrado completo, medida el área de desquinche sobre la superficie inclinada o la correspondiente al Indicador de Conservación o al Indicador de Nivel de Servicio, según el caso.

Pago.

El Desquinche Manual 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.

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.

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.

En la ejecución de esta actividad se debe atender, en lo que corresponda, lo establecido en el Capítulo 9 Protección Ambiental en las Secciones 901,902 y 903 de las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras.

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 descapotes, 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 en forma inversa a como fueron colocados.

11. 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 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.

ANEXO 2

CANTERAS, FUENTES DE AGUA, BOTADEROS

ASOC. AYESA - ALPHA CONSULT S.A.

PROYECTO : REDES VIALES NACIONALES N°5 Y N°6 DE PROMCEPRI
 Red Vial N° 6 : Mejoramiento, Pavimentación y Conservación de la Carretera Lunahuana - Huancayo
 TRAMO : Km. 42 + 480 al Km. 260 + 300.8

ANALISIS DE CANTERAS
 CUADRO N° 5 : RESUMEN DE ENSAYOS DE RAZON DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

CANTERA	PROGRESIVA (Km)	CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	ANALISIS GRANULOMETRICO				LIMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACION DE SUELOS		PROCTOR MODIFICADO		C.B.R. para 0.1"		EXPANSION Máx (%)
					% QUE PASA				%					M.D.S. (gr/cm3)	O.C.H. (%)	95% de la M.D.S. (%)	100% de la M.D.S. (%)	
					N° 4	N° 10	N° 40	N° 200	LL.	LP.	I.P.	SUCS	AASHTO					
JACAYA	53 + 500	CJ - 3	M - 2	0.80 - 2.70	72.4	63.7	43.6	24.6	19.3	17.8	1.5	SM	A-1b (0)	2.265	4.5	40	82	0.0
		CJ - 6	M - 2	0.30 - 2.00	54.7	43.9	28.2	15.2	18.2	14.0	4.2	GM	A-1b (0)	2.365	5.2	38	53	0.0
HUAGIL	58 + 170	CH - 3	M - 1	0.00 - 2.50	63.6	52.6	33.9	18.3	20.2	16.1	4.1	SC - SM	A-1b (0)	2.286	4.7	22	51	0.0
CASCAJAL	64 + 000	CC - 6	M - 1	0.00 - 2.50	32.5	23.1	17.1	11.7	21.0	14.5	6.5	GP - GC	A-2-4 (0)	2.410	6.9	79	98	0.0
		CC - 7	M - 1	0.00 - 3.00	58.1	45.1	33.0	22.2	20.9	14.8	6.1	SC - SM	A-2-4 (0)	2.414	5.0	41	127	1.7
MONTENEGRO	80 + 200	CM - 8	M - 1	0.00 - 2.00	57.4	42.0	27.6	15.8	20.7	14.7	6.0	GC-GM	A-1-b(0)	2.245	7.3	23	60	0.0
RIO CAÑETE	81 + 850	CRC - 1	M - 1	0.00 - 1.50	30.6	19.9	8.5	1.5	----	NP	NP	GW	A-1a (0)	2.316	7.3	73	82	0.0
PIEDRA PRADO	81 + 800	CPP - 1	M - 2	0.40 - 3.00	49.1	37.7	18.9	10.1	---	NP	NP	GW - GM	A-1a (0)	2.224	8.3	51	81	0.0
		CPP - 2	M - 1	0.40 - 3.00	40.6	29.0	13.5	6.3	---	NP	NP	GW - GM	A-1a (0)	2.184	5.3	60	86	0.0
ESPUY	88 + 500	CE - 4	M - 1	0.00 - 3.00	53.6	47.5	36.4	26.2	24.0	15.6	8.4	GC	A-2-4(0)	2.240	6.6	42	67	0.9
ESPUY	88 + 500	CE - 2	M - 1	0.00 - 3.00	49.3	37.3	24.3	13.8	20.5	14.1	6.4	GC - GM	A-2-4 (0)	2.152	11.0	19	44	0.0
CUNCUBAY I	102 + 500	CU - 3	M - 2	0.20 - 3.00	61.6	54.8	42.0	26.7	20.5	17.9	2.6	GM	A-2-4 (0)	2.169	8.1	21	31	0.0
TAUMATA	115 + 200	CT - 3	M - 2	1.00 - 3.00	81.1	62.8	33.5	13.3	----	NP	NP	SM	A-1b (0)	2.164	6.8	42	70	0.0
RUMICHACA I	136 + 200	CR - 8	M - 2	0.90 - 3.00	43.9	31.2	18.4	6.4	23.2	15.5	7.7	GW - GC	A-2-4 (0)	2.223	7.8	54	89	0.0
RUMICHACA I	136 + 200	CR - 5	M - 1	0.00 - 1.50	39.8	24.6	9.3	4.1	25.8	NP	NP	GW	A-1a (0)	2.248	7.2	58	90	0.0
SHICUY	207 + 000	CSH - 1	M - 2	0.30 - 3.00	69.3	63.8	54.7	22.9	----	NP	NP	SM	A-2-4 (0)	2.108	8.7	49	81	0.0
HUAMIN LOMA	224 + 000	CHL - 4	M - 2	0.70 - 2.50	46.6	39.6	28.8	17.6	40.8	19.1	21.72	GC	A-2-7 (0)	2.092	9.3	18	24	1.6
SAN BLAS	234 + 500	CSB - 2	M - 2	0.20 - 3.00	51.4	39.0	22.5	10.3	NT	NP	NP	GW-GM	A-1-a(0)	2.172	8.5	65	92	0.0
MALAPAMPA	248 + 500	CMP - 2	M - 1	0.00 - 1.50	59.1	49.7	40.3	27.4	31.1	18.0	13.14	GC	A-2-6 (0)	2.208	7.1	14	68	0.1
CHUPACA	250 + 800	CHU - 3	M - 3	0.40 - 2.20	50.6	42.0	24.3	9.9	24.1	16.49	7.614	GP - GC	A-2-4 (0)	2.260	7.2	42	70	0.0

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

TRAMO : Km. 0 + 000 al Km. (Diseño)

CUADRO N° 6 : RESUMEN DE ENSAYOS ESPECIALES DE CANTERAS

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

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

ASOC. AYESA - ALPHA CONSULT S.A.

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

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

TRAMO : Km. 0 + 000 al Km. (Diseño)

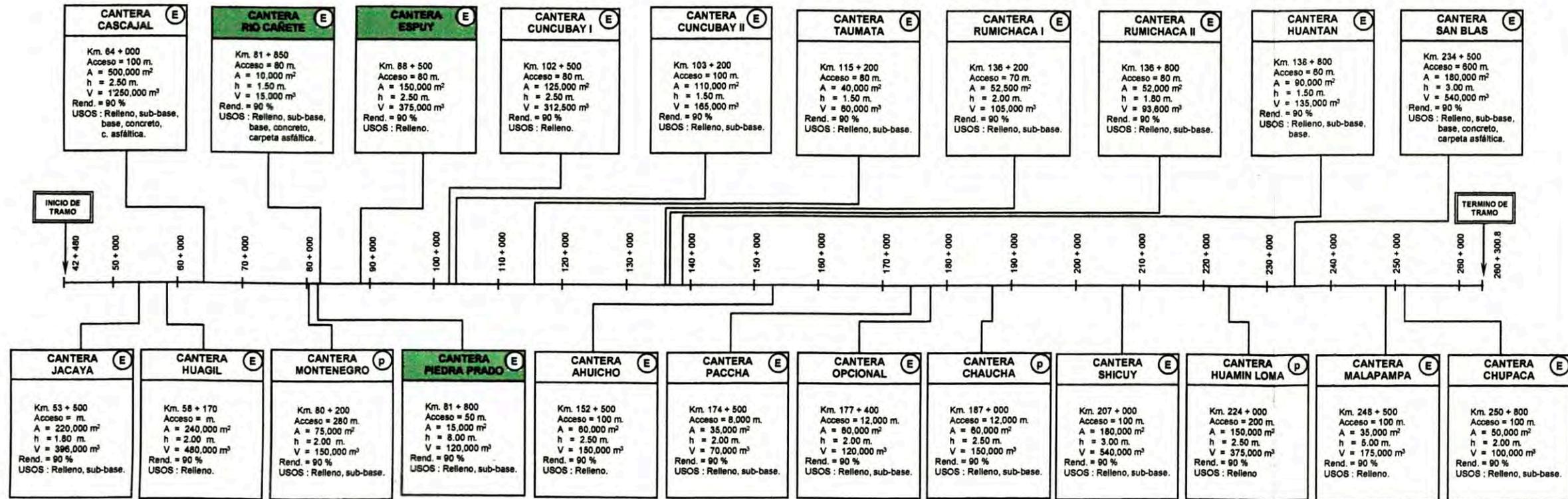
CUADRO N° 7 : RESUMEN DE ENSAYOS QUIMICOS DE CANTERAS

CANTERA	PROGRESIVA (Km)	CALICATA	MUESTRA	PROF. (m)	CL (ppm)	SO4 (ppm)	S.S.T. (ppm)
JACAYA	53 + 500	CJ - 3	M - 2	0.80 - 2.70	2,976.09	293.80	7,047.80
HUAGIL	58 + 170	CH - 3	M - 1	0.00 - 2.50	242.26	366.23	1,348.10
CASCAJAL	64 + 000	CC - 7	M - 1	0.00 - 3.00	364.88	423.62	2,737.14
MONTENEGRO	80 + 200	CM - 8	M - 1	0.00 - 2.00	268.86	214.21	1,088.24
RIO CAÑETE	81 + 850	CRC - 1	M - 1	0.00 - 1.50	7.62	51.63	139.75
PIEDRA PRADO	81 + 800	CPP - 1	M - 2	0.40 - 3.00	1.157.41	714.69	4,732.80
ESPUY	88 + 500	CE - 2	M - 1	0.00 - 3.00	303.18	378.24	1,422.00
CUNCUBAY I	102 + 500	CU - 1	M - 1	0.00 - 3.00	54.79	59.37	312.09
TAUMATA	115 + 200	CT - 1	M - 1	0.00 - 1.00	801.75	342.93	3,355.80
RUMICHACA I	136 + 200	CR - 2	M - 1	0.00 - 1.50	76.88	325.40	1,628.71
SHICUY	207 + 000	CSH - 1	M - 2	0.30 - 3.00	16.79	37.90	149.91
HUAMIN LOMA	224 + 000	CHL - 4	M - 2	0.70 - 2.50	18.08	10.21	148.12
SAN BLAS	234 + 500	CSB - 3	M - 2	0.20 - 3.00	18.57	8.98	142.12
MALAPAMPA	248 + 500	CMP - 2	M - 1	0.00 - 1.50	17.62	39.77	165.60
CHUPACA	250 + 800	CCH - 2	M - 2	1.10 - 2.10	95.32	537.94	1,036.00

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

FUENTE DE AGUA	LOCALIZACION	PROGRESIVA (Km)	PH	CL (ppm)	SO4 (ppm)	S.S.T. (ppm)	M. O. (%)
RIO CUNAS		6 + 000(*)	7.90	21.28	96.06	380.00	0.10
RIO CUNAS	Chupaca	14 + 000(*)	7.10	28.37	96.06	420.00	0.00
RIO CAÑETE	Pte Capellana	46 + 500	7.40	49.64	24.02	360.20	0.02
RIO CAÑETE	San Jeronimo	74 + 000	7.00	49.64	14.41	390.10	0.00
RIO ALIS	Alis	177 + 000	7.22	35.46	48.03	510.00	0.00

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



PORCENTAJE ESTIMADO DE ESPONJAMIENTO

Material suelto	20%
Roca suelta	30%
Roca fja	40%

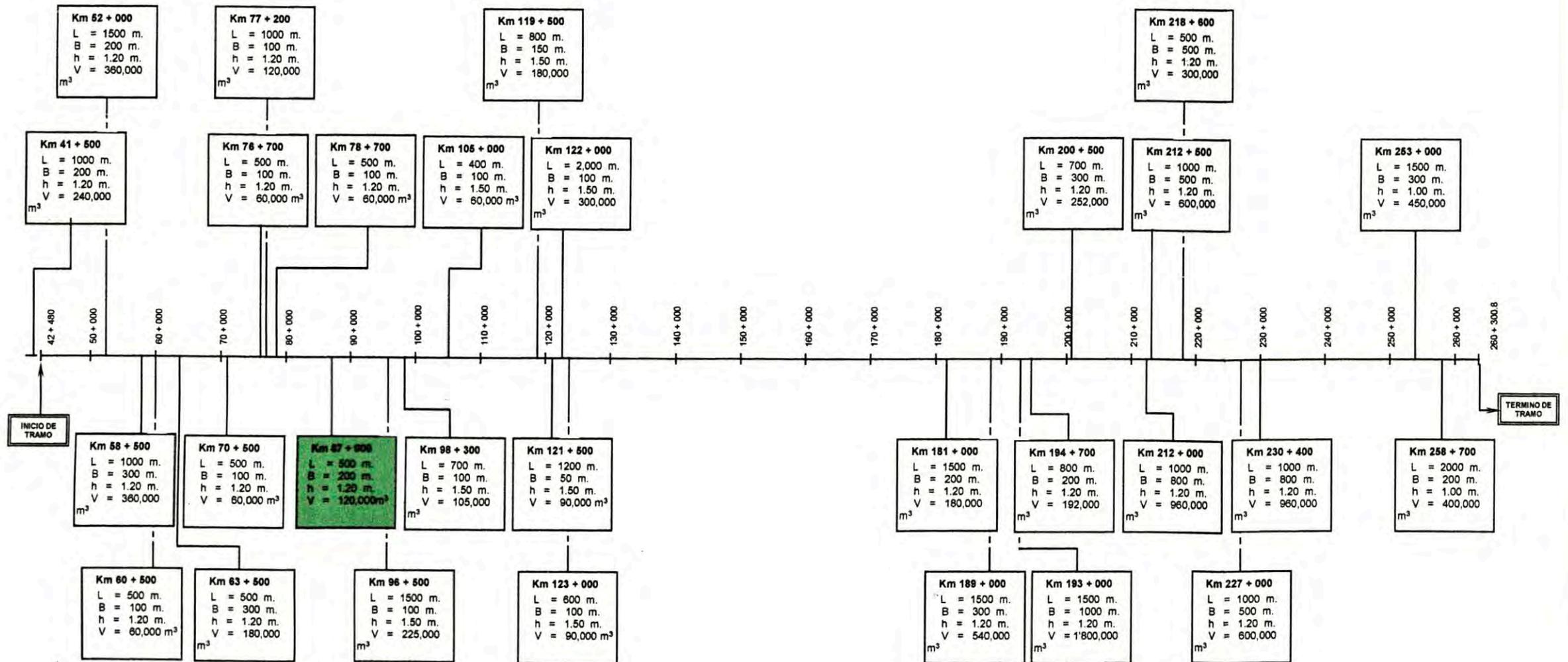
CAMPAMENTOS	:	1) Zufiga	(Km. 58 + 500)
		2) Tomas	(Km. 169 + 200)
		3) Chaquicocha	(Km. 225 + 000)
		4) Chupaca	(Km. 251 + 500)
PLANTAS DE CHANCADO Y DE ASFALTO	:	1) Cascajal	(Km. 64 + 000)
		2) Calachota	(Km. 105 + 500)
		3) Huantan	(Km. 138 + 000)
		4) San Blas	(Km. 234 + 500)

PROPIEDAD DE LA CANTERA

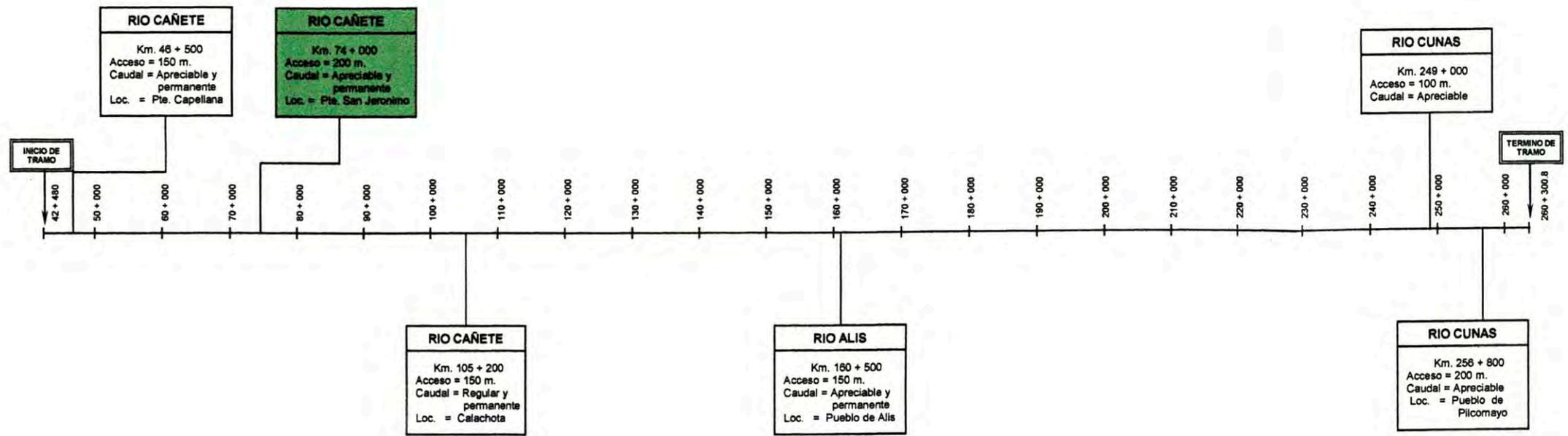
(E) Estatal (P) Particular

ESQUEMA DE UBICACION DE CANTERAS

TRAMO : LUNAHUANA - HUANCAYO
Km. 42 + 480 - Km. 260 + 300.8



ESQUEMA DE UBICACION DE BOTADEROS
TRAMO : LUNAHUANA - HUANCAYO
 Km. 42 + 480 - Km. 260 + 300.8



ESQUEMA DE UBICACION DE FUENTES DE AGUA
TRAMO : LUNAHUANA - HUANCAYO
 Km. 42 + 480 - Km. 260 + 300.8

ANEXO 3

ENSAYO GRANULOMÉTRICO DE LA CALICATA KM. 86+300



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° S09-683

SOLICITANTE : GRUPO 6 - CURSO DE TITULACIÓN SECCIÓN "A"
 PROYECTO : MONITOREO CARRETERA CAÑETE - YAUYOS - PACARAN
 UBICACIÓN : PROGRESIVA 87+300 CARRETERA PACARÁN - YAUYOS
 FECHA : 11 de Setiembre 2009

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Progresiva : 87+300

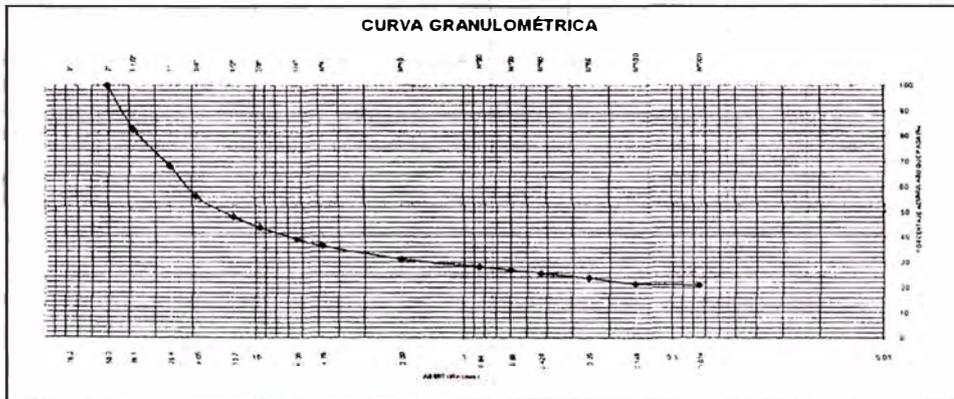
ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	(%)	
		Parcial Retenido	Acumulado Rete Pasa
3"	76.200	-	-
2"	50.300	-	100.0
1 1/2"	38.100	17.3	17.3 82.7
1"	25.400	14.6	31.9 68.1
3/4"	19.050	12.0	43.8 56.2
1/2"	12.700	7.8	51.7 48.3
3/8"	9.525	4.3	55.9 44.1
1/4"	6.350	4.8	60.7 39.3
N°4	4.760	2.7	63.4 36.6
N°10	2.000	5.2	68.6 31.4
N°20	0.840	3.1	71.7 28.3
N°30	0.590	1.3	73.1 26.9
N°40	0.426	1.0	74.1 25.9
N°60	0.250	2.1	76.2 23.8
N°100	0.149	2.2	78.4 21.6
N°200	0.074	0.6	79.0 21.0
- N°200		21.0	

% grava	: 63.38
% arena	: 15.62
% finos	: 21.00

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	: 30.52
LÍMITE PLÁSTICO (%)	: 22.28
ÍNDICE PLÁSTICO (%)	: 8.24

Clasificación SUCS ASTM D-2487 : GC
 Contenido de Humedad ASTM D2216 : 8.31



Nota: Muestra remitida e identificada por el Solicitante
 Ejecución : Tec. Jerry Montenegro



[Signature]
 JOSE WILFREDO GUTIERREZ LAZARES
 ING. JEFE DEL LABORATORIO
 Laboratorio de Mecánica de Suelos (201)

ANEXO 4

MODELAMIENTO CON R-SLOPE V 4.0 DEL TALUD 84+700

MTC

Report created by ReSlope (4.0): Copyright (c) 1995-2008, ADAMA Engineering, Inc.

IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Título:

Número de proyecto:

Diseñador:

Descripción:

MANTENIMIENTO CARRETERA CAÑETE - YAUYOS

Directorio y nombre del archivo:

Fecha y hora de la creación del archivo de ingreso de datos:

Thu Oct 29 09:16:30 2009

Criterio de proyecto y programa desarrollado por:

Dov Leshchinsky, Ph.D.
33 The Horseshoe
Newark, Delaware 19711, USA

RESULTADOS DEL DESLIZAMIENTO DIRECTO Y ANÁLISIS PROFUNDOS

DESLIZAMIENTO DIRECTO

Longitud necesaria de la capa inferior para producir el
Fs deslizamiento directo especificado = 1.10 es 2.47 m.
Longitud máxima basada en los análisis de los refuerzos y compuestos para
asegurar Fs-incertidumbres = 1.30 y Fs-estiramiento = 1.50, es 2.26 m.
Theta-critical = 48.1 degrees

FALLA PROFUNDA

El factor de seguridad para falla profunda, Fs profundo, basado en el análisis de Bishop, es 1.27.

Se ha forzado al círculo crítico a pasar fuera de la zona reforzada definida por la capa geosintética inferior; su máxima profundidad potencial se restringe a 12.00 m.
El círculo crítico es: $X_c = -0.83$, $Y_c = 5.50$, Radio = 6.41 meters. Number of slices = 50.
En el caso de que la elevación de la cresta sea superior a H, ReSlope asume fisura de tensión entre la cresta y H (consulte la pantalla gráfica).

NOTA: Para obtener un Fs-falla profunda satisfactorio, vuelva a ejecutar ReSlope con un Fs-deslizamiento directo especificado mayor, generando círculos más profundos que deberán dar como resultado un mayor factor de seguridad de falla profunda.

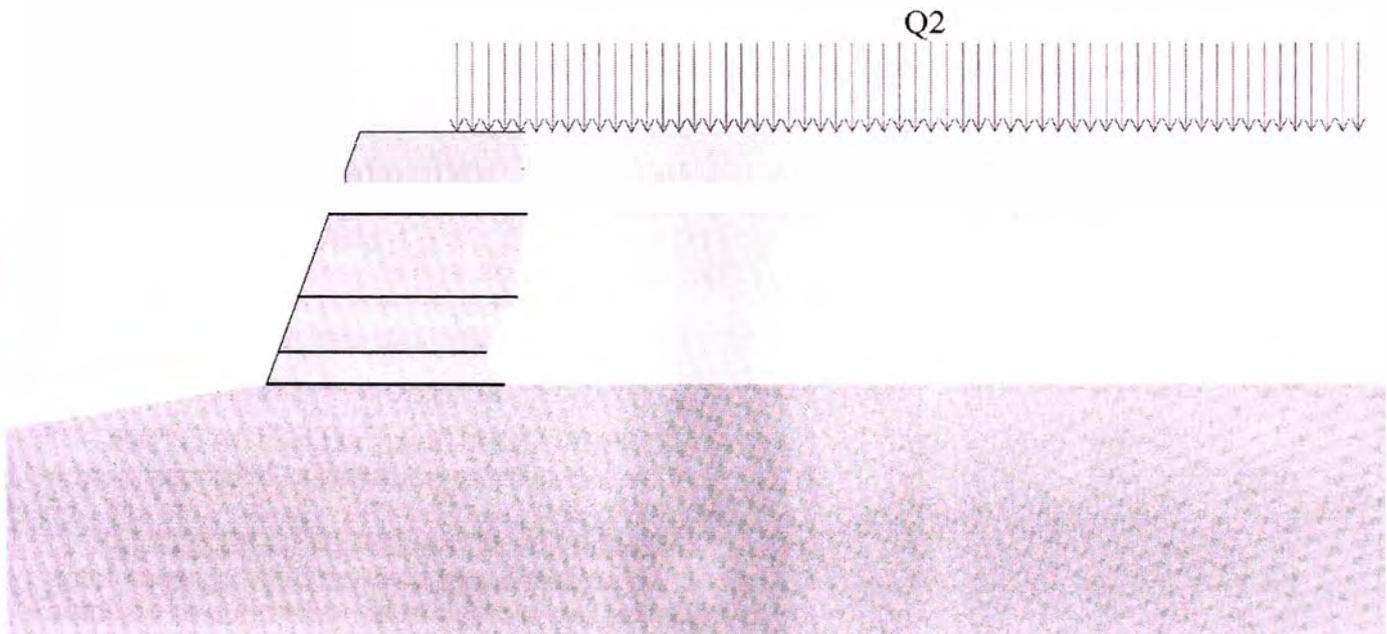
REFUERZOS Y COMPUESTOS

Las superficies de deslizamiento reforzadas/compuestas NO tienen restricciones para penetrar en el suelo de fundación.

DATOS GEOMÉTRICOS Y DE CARGAS

Altura del talud, H [m]	2.75
Pendiente del talud, i°	70.00
Longitud horizontal, A [m]	1.00
Longitud horizontal, B [m]	9.50
Pendiente posterior del talud, β°	0.00
Pendiente al final de la pared, α°	10.00
Sobrecarga sobre la estructura A, Q1 [kPa]	0.00
Sobrecarga sobre el talud posterior B, Q2 [kPa]	10.00
Sobrecarga sobre la escarpa superior Q3 [kPa]	0.00

No hay agua.



DATOS SOBRE EL SUELO		
SUELO REFORZADO:	Ángulo de fricción interno, ϕ°	34.0
	Cohesión, c [kPa]	0.00
	Peso específico saturado, γ [kN/m ³]	20.00
SUELO DE RELLENO:	Ángulo de fricción interno, ϕ°	34.0
	Cohesión, c [kPa]	0.00
	Peso específico saturado, γ [kN/m ³]	20.00
SUELO DE FUNDACIÓN:	Ángulo de fricción interno, ϕ°	34.0
	Cohesión, c [kPa]	0.00
	Peso específico saturado, γ [kN/m ³]	20.00

DATOS GENERALES		
	Ángulo asumido de las fuerzas 'interwedge' (análisis del deslizamiento directo), δ°	20.00
	Coefficiente de interacción de estiramiento (suelo reforzado), Ci	0.90
	Coefficiente de interacción de estiramiento (suelo de fundación), Ci	0.90
	Coefficiente de deslizamiento directo (a lo largo del suelo reforzado), Cds	1.00
	Coefficiente de deslizamiento directo (a lo largo de cimentación), Cds	1.00
Se especificó la longitud mínima requerida en cada elevación.		

PARÁMETROS SÍSMICOS		
	Coefficiente sísmico horizontal, Kh (50% used)	0.20
	Coefficiente sísmico vertical, Kv	0.05
Kh y Kv SE ESTÁN APLICANDO al macizo reforzado y a la sobrecarga en los análisis de deslizamiento directo.		

EFECTOS EN LA FUNDACIÓN		
Para los análisis del refuerzo se permite que las superficies de la falla penetren en el suelo de fundación. Se solicitó un análisis profundo de Bishop y los círculos pueden penetrar en la fundación hasta una profundidad máxima de [m]		
		12.00

PARÁMETROS DE DISEÑO CON GEOSINTÉTICO		
(ReSlope realizó el espaciamiento optimizado, donde la fuerza = 60.00 [kN/m], Dmax = 1.00, Dmin = 0.30, Dfondo = 0.00 [m]).		
	Factor de reducción por daños de instalación, RFid	1.20
	Factor de reducción por durabilidad, RFd,	1.10
	Factor de reducción por deformación lenta, RFc	2.50
	Radio de cobertura, Rc	1.00

ORIENTACIÓN DE LA FUERZA ESPECIFICADA		
	Se ha prescrito la orientación relativa del refuerzo, ROR	0.00

FACTORES GENERALES DE SEGURIDAD		
	Factor de seguridad en la fuerza de corte del suelo	1.50
	Factor de seguridad en la resistencia del geosintético	1.30
	Factor de seguridad en la resistencia al estiramiento	1.50
	Factor de seguridad en la resistencia al deslizamiento directo	1.10

RESUMEN DE REFUERZOS Y RESULTADOS COMPUESTOS

#	Elevación [m]	Longitud [m]	Modo de fallo	R e s i s t e n c i a :			Fs total real	Estado
				Requerido, Tr [kN/m]	Último, T-ult [kN/m]	A largo plazo (diseño) T-ltds [kN/m]		
1	0.00	2.47	Compound	13.99	60.00	18.18	> 1.30	OK
2	0.35	2.16	Compound	13.99	60.00	18.18	> 1.30	OK
3	0.95	2.26	Compound	13.99	60.00	18.18	> 1.30	OK
4	1.85	2.05	Tieback	2.66	60.00	18.18	6.83	OK

RESULTADOS DETALLADOS DE LOS REFUERZOS Y ANÁLISIS COMPUESTOS

#	Elevación [m]	Longitud total [m]	Longitud del empotramiento para resistir al estiramiento, L [m]	Longitud hasta el plano de deslizamiento, La [m]	Resistencia para:		Modo de control de falla
					Estabilidad compuesta (disponible) T-compuesta [kN/m]	Refuerzo (requerido) T-refuerzo [kN/m]	
1	0.00	1.83	0.45	1.38	13.99	7.24	Compound
2	0.35	2.09	0.47	1.62	13.99	10.32	Compound
3	0.95	2.26	0.54	1.72	13.99	10.54	Compound
4	1.85	2.05	0.17	1.87	13.99	2.66	Tieback

ANEXOS

MODELAMIENTO CON R-SLOPE V 4.0 DEL TALUD 85+400

MTC

Report created by ReSlope (4.0): Copyright (c) 1995-2008, ADAMA Engineering, Inc.

IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Título: MTC

Número de proyecto:

Diseñador:

Descripción:

MANTENIMIENTO CARRETERA CAÑETE - YAUYOS

Directorio y nombre del archivo:

Fecha y hora de la creación del archivo de ingreso de datos:

Thu Oct 29 09:16:30 2009

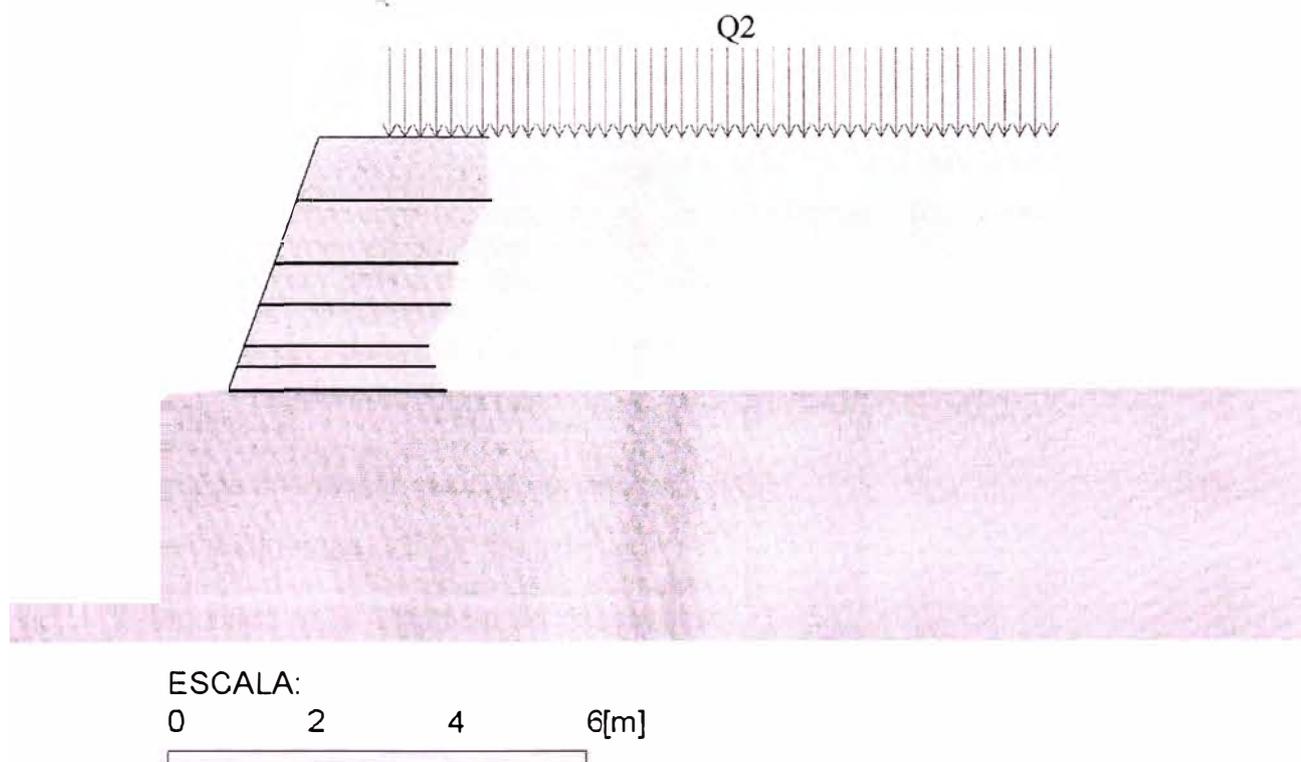
Critério de proyecto y programa desarrollado por:

Dov Leshchinsky, Ph.D.
33 The Horseshoe
Newark, Delaware 19711, USA

DATOS GEOMÉTRICOS Y DE CARGAS

Altura del talud, H [m]	3.65
Pendiente del talud, i °	70.00
Longitud horizontal, A [m]	1.00
Longitud horizontal, B [m]	9.50
Pendiente posterior del talud, β °	0.00
Pendiente al final de la pared, α °	5.00
Sobrecarga sobre la estructura A, Q1 [kPa]	0.00
Sobrecarga sobre el talud posterior B, Q2 [kPa]	10.00
Sobrecarga sobre la escarpa superior Q3 [kPa]	0.00

No hay agua.



DATOS SOBRE EL SUELO		
SUELO REFORZADO:	Ángulo de fricción interno, ϕ°	34.0
	Cohesión, c [kPa]	0.00
	Peso específico saturado, γ [kN/m ³]	20.00
SUELO DE RELLENO:	Ángulo de fricción interno, ϕ°	34.0
	Cohesión, c [kPa]	0.00
	Peso específico saturado, γ [kN/m ³]	20.00
SUELO DE FUNDACIÓN:	Ángulo de fricción interno, ϕ°	34.0
	Cohesión, c [kPa]	0.00
	Peso específico saturado, γ [kN/m ³]	20.00

DATOS GENERALES		
	Ángulo asumido de las fuerzas 'interwedge' (análisis del deslizamiento directo), δ°	20.00
	Coefficiente de interacción de estiramiento (suelo reforzado), C_i	0.90
	Coefficiente de interacción de estiramiento (suelo de fundación), C_i	0.90
	Coefficiente de deslizamiento directo (a lo largo del suelo reforzado), C_{ds}	1.00
	Coefficiente de deslizamiento directo (a lo largo de cimentación), C_{ds}	1.00
Se especificó la longitud mínima requerida en cada elevación.		

PARÁMETROS SÍSMICOS		
	Coefficiente sísmico horizontal, K_h (50% used)	0.20
	Coefficiente sísmico vertical, K_v	0.05
K_h y K_v SE ESTÁN APLICANDO al macizo reforzado y a la sobrecarga en los análisis de deslizamiento directo.		

EFECTOS EN LA FUNDACIÓN		
Para los análisis del refuerzo se permite que las superficies de la falla penetren en el suelo de fundación.		
Se solicitó un análisis profundo de Bishop y los círculos pueden penetrar en la fundación hasta una profundidad máxima de [m]		
		12.00

PARÁMETROS DE DISEÑO CON GEOSINTÉTICO		
(ReSlope realizó el espaciamiento optimizado, donde la fuerza = 60.00 [kN/m], $D_{max} = 1.00$, $D_{min} = 0.30$, $D_{fondo} = 0.00$ [m]).		
	Factor de reducción por daños de instalación, RF_d	1.20
	Factor de reducción por durabilidad, RF_d	1.10
	Factor de reducción por deformación lenta, RF_c	2.50
	Radio de cobertura, R_c	1.00

ORIENTACIÓN DE LA FUERZA ESPECIFICADA		
Se ha prescrito la orientación relativa del refuerzo, ROR		0.00

FACTORES GENERALES DE SEGURIDAD		
	Factor de seguridad en la fuerza de corte del suelo	1.50
	Factor de seguridad en la resistencia del geosintético	1.30
	Factor de seguridad en la resistencia al estiramiento	1.50
	Factor de seguridad en la resistencia al deslizamiento directo	1.10

RESUMEN DE REFUERZOS Y RESULTADOS COMPUESTOS

# Elevación	Longitud	Modo de fallo	R e s i s t e n c i a :			Fs total real	Estado
			Requerido Tr [kN/m]	Último, T-ult [kN/m]	A largo plazo (diseño) T-ltds [kN/m]		
0.00	3.11	Compound	13.99	60.00	18.18	> 1.30	OK
0.35	2.81	Compound	13.99	60.00	18.18	> 1.30	OK
0.65	2.62	Compound	13.99	60.00	18.18	> 1.30	OK
1.25	2.72	Compound	13.99	60.00	18.18	> 1.30	OK
1.85	2.61	Tieback	10.54	60.00	18.18	1.73	OK
2.75	2.75	Tieback	2.66	60.00	18.18	6.83	OK

RESULTADOS DETALLADOS DE LOS REFUERZOS Y ANÁLISIS COMPUESTOS

#	Elevación [m]	Longitud total [m]	Longitud del empotramiento para resistir al estiramiento, L [m]	Longitud hasta el plano de deslizamiento, La [m]	Resistencia para:		Modo de control de falla
					Estabilidad compuesta (disponible) T-compuesta [kN/m]	Refuerzo (requerido) T-refuerzo [kN/m]	
1	0.00	2.06	0.34	1.72	13.99	9.48	Compound
2	0.35	2.60	0.33	2.27	13.99	7.42	Compound
3	0.65	2.62	0.36	2.26	13.99	12.95	Compound
4	1.25	2.72	0.43	2.29	13.99	10.32	Compound
5	1.85	2.61	0.41	2.20	13.99	10.54	Tieback
6	2.75	2.75	0.17	2.58	13.99	2.66	Tieback