

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARÍA

**FACULTAD DE ARQUITECTURA, INGENIERIA CIVIL Y DEL
AMBIENTE**

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL



**RESUMEN EJECUTIVO PARA ELABORACION DE INFORME SOBRE
LABORES PROPIAS DE LA ESPECIALIDAD**

Presentado por:

Oscar Mario Villegas Podestá

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil por la Modalidad de elaboración, presentación y aprobación del informe sobre labores propias de la especialidad.

AREQUIPA-PERU

2015

ÍNDICE

	Pág
Contenido	
INTRODUCCION.....	1
FORMULACION DE PLAN ESTRATEGICO	1
- OBJETIVO DE DESARROLLO.....	1
- DESCRIPCION DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL	2
1. PROYECTO “PAMPA VERDE” – (CONSTRUCCION DE LA CARRETERA DEL TAJO PAMPA VERDE A SAN PEDRO SUR).....	3
1.1. INFORMACIÓN GENERAL.....	3
1.1.1 Introducción.....	3
1.1.2. Antecedentes	4
1.1.3. Objetivos	5
1.1.4. Ubicación	6
1.1.5. Clima	7
1.1.6. Accesibilidad	8
1.1.7. Descripción del Proyecto.....	9
1.1.8. Plazo de Ejecución.....	12
1.1.9. Monto de Obra	12
1.1.10 Cliente y Projectista.....	13
1.1.11 Cronograma Macro de Ejecución de la Obra y Principales hitos ..	13
Cronograma año 2012	13
1.2. Trazo y Diseño Geométrico.....	20
1.2.1. Criterio General de Aplicación.....	20
1.2.2. Velocidad Directriz.....	21
1.2.3. Alineamiento Horizontal.....	21
1.2.3.1. Generalidades	21
1.2.3.2. Homogeneidad del trazo propuesto.....	22
1.2.3.3. Curvas Horizontales.	22
1.2.3.4. Curvas de Volteo.	22
1.2.3.5. Peralte.	22
1.2.3.6. Banquetas de visibilidad.....	22
1.2.3.7. Secciones transversales	23
1.2.4. Detalles de la Sección Transversal.....	23
1.2.4.1. Modelo de camión a utilizar en la vía.....	23

1.2.4.2. Superficie de rodadura.....	25
1.2.4.3. Bermas.	26
1.2.4.4. Bombeo.	26
1.2.4.5. Sobre Ancho.	26
1.2.4.6. Cunetas.	26
1.2.4.7. Perfil longitudinal propuesto.....	26
1.2.4.8. Pendientes.....	26
1.2.4.9. Curvas verticales.	27
1.3. Mapeo de Procesos.....	27
1.3.1. Depósito de Carretera.....	28
1.3.2. Perforación	29
1.3.3. Voladura	29
1.3.4. Explanaciones.	30
1.3.5. Producción de Agregados.....	30
1.3.6. Movimiento de Tierras.	31
1.3.7. Obras de Arte	31
1.3.8. Topografía	32
1.3.9. Medio Ambiente.....	32
1. 4. Estabilización de Taludes	33
1.4.1. Resumen Ejecutivo.....	33
1.4.2. Introducción	35
1.4.3. Teoría de Taludes.....	36
1.4.3.1. Introducción.....	36
1.4.3.2. Metodología Utilizada.....	36
1.4.4. Geología del área de estudio.....	37
1.4.4.1. Geología Regional.....	37
1.4.4.2. Geomorfología.....	38
1.4.4.3. Estratigrafía	39
1.4.4.4. Geología estructural	41
1.4.4.5. Riesgos Geológicos.....	41
1.4.5. Mapeo Geológico – Geotécnico.....	43
1.4.5.1. Unidades Geológicas Geotécnicas.....	43
1.4.6. Investigación Geotécnica de la Carretera.....	45
1.4.6.1. Generalidades.....	45
1.4.7. Evaluación Geotécnica de Talud.	55

1.4.7.1. Evaluación Geomecánica.....	55
1.4.8. Análisis Geotécnico.	61
1.4.8.1. Definición de los Parámetros Geotécnicos.	61
1.4.8.2. Análisis de estabilidad de taludes.....	70
1.4.9. Pernos de Anclaje y Sistema de Mallas de Acero.	75
1.4.9.1. Generalidades y Diseño.	75
1.4.9.2. Materiales.....	76
1.5. Afirmado.....	94
1.5.1. Diseño y Aspectos Generales.....	94
1.5.2. Teoría de diseño.....	94
1.5.2.1. Metodología Utilizada.....	94
1.5.3. Conformación de la Subrasante.....	95
1.5.3.1. Perfilado y Compactado de la Subrasante.....	95
1.5.4. Conformación de la Base Granular.....	96
1.5.5. Extendido de Material en Plataforma.....	96
1.5.6. Riego de Capa y Compactación.....	97
1.6. Hidrología y Diseño Hidráulico.....	97
1.6.1. Objetivos.....	97
1.6.2. Información Básica.....	98
1.6.3. Eventos Hidrológicos Extremos.....	99
1.6.4. Hidrología para el diseño de Obras Hidráulicas.....	100
1.6.5. Diseño Hidráulico.....	101
1. 7. Obras para controles Medio Ambientales.....	107
1.7.1. Geomanta para Control de Erosión.....	110
1.7.1.1. Diseño.....	111
1.7.1.2. Materiales.....	112
1.7.1.3. Instalación.....	112
1.7.2. Cunetas de Coronación.....	112
1.7.2.1. Diseño.....	112
1.7.2.2. Materiales.....	114
1.7.2.3. Instalación.....	114
1.7.3. Shenk Dams.....	114
1.7.3.1. Diseño.....	114
1.7.3.2. Materiales.....	114
1.7.3.3. Instalación.....	114

1.7.4. Silt Fences	115
1.7.4.1. Diseño	115
1.7.4.2. Materiales	115
1.7.4.3. Instalación	116
1.7.5. Pozas para sedimentos.	116
1.7.5.1. Diseño	116
1.7.5.2. Materiales	116
1.7.5.3. Instalación	117
1.7.6. Otros Controles.....	117
1.8. Costos	119
1.8.1. Panel de Control	119
1.8.2. Presupuesto vs Ejecución.....	122
1.8.3. Distribución de Brechas por Causa.....	123
1.8.4. Herramientas de Control	125
1.8.4.1. Partidas de Control Oracle	125
1.8.4.2. Gestión de Control de Operatividad de Equipos SISME ..	127
1.9. Análisis del Cliente y del Contrato.....	127
1.9.1. Antecedentes y Modalidad.....	127
1.9.2. Análisis del Cliente.....	128
1.9.3. Análisis de Cláusulas Contractuales.....	128
1.9.4. Comentarios y Recomendaciones	129
1.10. Ratio de Obra	130
1.10.1. Comparativo de Ratio de Costos, Presupuestos vs Real	130
1. 10. 2. Comparativo de Ratio de Metrados	130
1.11. Productividad	131
1.11.1. Ratios de Productividad por Partida de Trabajo (HH/M3).....	131
1.12. Prevención de riesgos.....	133
1.12.1. Estadísticas de Prevención de Riesgos.....	133
1.12.2. Estadísticas de Prevención de Riesgos.....	134
1.12.2.1. Peligros y Aspectos ambientales.....	134
1.12.3. IPERC.....	136
1.12.4. PETS	136
1.12.5. Formatos Utilizados para la Prevención de Riesgos.....	136
1.12.6. Capacitaciones y Logros.....	138
1.13. Responsabilidad Social.....	140

1.13.1. Situación del Proyecto y Entorno Social	140
1.13.2. Área de Influencia Directa.....	140
1.13.3. Aspectos Económicos y Sociales de Influencia Directa.....	141
1.13.4. Planificación.....	142
1.13.5. Cronograma Macro de Responsabilidad Social	143
1.14. Inversión en Gestión Social.....	143
1.15. Clima Laboral.....	144
2. DESARROLLO DEL DISEÑO GEOMETRICO Y GRANULAR DE LA CARRETERA PAMPA VERDE MEDIANTE LA NORMA.	146
3. ANEXOS y PLANOS.....	175
4. RECOMENDACIONES	176
5. CONCLUSIONES.....	177
6. BIBLIOGRAFIA.....	178



Índice de fotos

<i>Foto 1: Carretera Pampa Verde Prog 3+250</i>	3
<i>Foto 2: Tajo San Pedro Sur, vista desde el tajo Pampa Verde.....</i>	5
<i>Foto 3: Ruta Cajamarca – Minera La Zanja, vista satelital</i>	8
<i>Foto 4: Foto de progresiva 3+950 en construcción hacia Pampa Verde.....</i>	9
<i>Foto 5: Foto de progresiva 3+300 finalizada.....</i>	10
<i>Foto 6: Progresiva 1+750 muros tipo bermas de minería.....</i>	21
<i>Foto 7: Espejos cóncavos para zona de poca visibilidad.....</i>	23
<i>Foto 8: Imagen Talud Progresiva 1+500.....</i>	34
<i>Foto 9: Vista de Carretera en Progresiva 2+750.....</i>	35
<i>Foto 10: Pernos de anclaje</i>	76
<i>Foto 11: Perforación de talud con Manipulador Telescópico</i>	91
<i>Foto 12: Anclaje de Pernos y/o barras con Patín.....</i>	92
<i>Foto 13: Anclaje de Pernos y/o barras con Patín.....</i>	92
<i>Foto 14: Tendido de geomantos y mallas.....</i>	93
<i>Foto 15: Geomanta.....</i>	111
<i>Foto 16: Cunetas de coronación</i>	113
<i>Foto 17: Recubrimiento con geomembrana en Canal de Coronación 3+950..</i>	113
<i>Foto 18: Silt Fences.....</i>	115
<i>Foto 19: Pozo para sedimentos.....</i>	116
<i>Foto 20: Otros controles Biomantas</i>	118
<i>Foto 21: Geoceldas</i>	119
<i>Foto 22: Capacitación de Scania</i>	138
<i>Foto 23: Curso de Trabajos en Caliente, Vigías y Aislamiento de Energía</i>	138
<i>Foto 24: Curso Trabajos en altura para licencia interna</i>	138

<i>Foto 25: Capacitaciones con RIMAC (Salud Ocupacional)</i>	138
<i>Foto 26: Capacitaciones de Fatiga y Somnolencia</i>	138
<i>Foto 27: Implementación de Seguridad Basada en el Comportamiento</i>	138
<i>Foto 28: Cursos de soldadura para recuperación de aceros</i>	139
<i>Foto 29: Capacitación: Mina Escuela</i>	139
<i>Foto 30: Capacitación Integral en Voladura</i>	139
<i>Foto 31: Inversion gestiona social</i>	144
<i>Foto 32: Clima Laboral</i>	145



Índice de tablas

<i>Tabla 1: Trinchera</i>	47
<i>Tabla 2: Ensayo en situ</i>	48
<i>Tabla 3: Estaciones geomecánica</i>	49
<i>Tabla 4: Ensayos de mecánica de suelos</i>	51
<i>Tabla 5: Ensayo de Compresión Triaxial No Consolidado No Drenado (UU)</i> ...	52
<i>Tabla 6: Ensayos de carga de punta</i>	52
<i>Tabla 7: Ensayos de Compresión Simple (Compresión no Confinada)</i>	53
<i>Tabla 8: Ensayo de Corte Directo</i>	53
<i>Tabla 9: Valores de RMR de las Estaciones Geomecánicas</i>	55
<i>Tabla 10: Resistencia a la comprensión</i>	55
<i>Tabla 11: Parámetro geomecánico</i>	56
<i>Tabla 12: Resume los valores promedio del SMR</i>	58
<i>Tabla 13: Valores de GSI</i>	59
<i>Tabla 14: Tipos de falla</i>	60
<i>Tabla 15: Resumen las propiedades de los suelos asumidos</i>	66
<i>Tabla 16: Criterio de rotura de Hoek-Brown</i>	66
<i>Tabla 17: Parámetros requeridos para el análisis de estabilidad</i>	67
<i>Tabla 18: Propiedades del perno de anclaje</i>	69
<i>Tabla 19: Tramos evaluados y su justificación de análisis</i>	71
<i>Tabla 20: Resumen de los resultados obtenidos del análisis de estabilidad realizado</i>	74
<i>Tabla 21: Propiedades mecánicas de los Pernos de Anclaje</i>	77
<i>Tabla 22: Especificaciones malla de acero</i>	78
<i>Tabla 23: Granulometría</i>	96
<i>Tabla 24 Información hidrológica básica</i>	99
<i>Tabla 25 Precipitaciones máximas en 24 horas</i>	100
<i>Tabla 26 Rangos de los coeficientes de escorrentía para diferentes periodos de retorno</i>	101
<i>Tabla 27: Dimensiones de las cunetas de derivación proyectadas para la carretera Pampa Verde</i>	103
<i>Tabla 28: Dimensionamiento de las cunetas de derivación</i>	104

<i>Tabla 29: Resumen del dimensionamiento de las cunetas de derivación en banquetas de taludes.....</i>	105
<i>Tabla 30: Resumen del dimensionamiento de las rápidas y estructuras de colección proyectadas.....</i>	106
<i>Tabla 31: Resumen del dimensionamiento de las alcantarillas</i>	107
<i>Tabla 32: Lista de algunos materiales poliméricos para la fabricación de geosintéticos.....</i>	108
<i>Tabla 33: Rango general de algunas propiedades de los geotextiles.</i>	109
<i>Tabla 34: Rango general de algunas propiedades de los geomalla.</i>	110
<i>Tabla 35: Presupuesto vs Ejecución 2012.....</i>	122
<i>Tabla 36: Presupuesto vs Ejecución 2013.....</i>	122
<i>Tabla 37: Distribución de Brechas por Causa 2012.....</i>	123
<i>Tabla 38 Distribución de brechas por causa 2013.....</i>	124
<i>Tabla 39 Partidas de Control Oracle</i>	126
<i>Tabla 40 Cuadro final de Índices 2012 y 2013 promedios.....</i>	127
<i>Tabla 41: Ratios.....</i>	130
<i>Tabla 42: Comparativo de Ratio de Metrados^{1.11}. Productividad</i>	130
<i>Tabla 43 Ratios de Productividad por Partida de Trabajo 2012</i>	131
<i>Tabla 44 Ratios de Productividad por Partida de Trabajo 2013.....</i>	132
<i>Tabla 45 Ratios de Productividad por Equipo en Partida de Trabajo (HM/M3)</i>	133

Índice de gráficos

<i>Gráfico 1: Medidas del modelo scania</i>	25
<i>Gráfico 2: Mapeo de sub procesos de construcción de depósito de material inadecuado y carretera pampa verde.....</i>	28
<i>Gráfico 3: Mapeo de sub proceso perforación.....</i>	29
<i>Gráfico 4: Mapeo de sub proceso voladura.....</i>	29
<i>Gráfico 5: Mapeo de sub proceso explanaciones</i>	30
<i>Gráfico 6: Mapeo de sub proceso producción de agregados.....</i>	30
<i>Gráfico 7: Mapeo de sub proceso movimiento de tierras.....</i>	31
<i>Gráfico 8: Mapeo de sub proceso obras de arte</i>	31
<i>Gráfico 9: Mapeo de sub proceso topografía.....</i>	32
<i>Gráfico 10: Mapeo de sub proceso medio ambiente</i>	32
<i>Gráfico 11: Libreta de Identificación de Peligros y Capacitación.....</i>	137
<i>Gráfico 12: Evaluacion del Clima laboral Corporativo</i>	146



INTRODUCCION

El presente trabajo se ha elaborado con el fin de demostrar la experiencia profesional y trayectoria en el campo de la carrera de Ingeniería Civil en orden de importancia obtenida a partir del momento en que se obtuvo el diploma de bachiller otorgado por la Universidad Católica Santa María.

El informe tiene la finalidad demostrar el aprendizaje adquirido durante los estudios universitarios con el campo profesional. Este será fundamentado con bases teóricas, ejemplos y diagnósticos que proporcionen las evidencias suficientes para demostrar las competencias profesionales desarrolladas y ejercidas desde octubre del 2010 hasta marzo del 2014. Para tal efecto se ha tomado como base uno de los proyectos en que he tenido la oportunidad de aprender y desarrollarme en diferentes puestos en el campo de la Ingeniería Civil.

FORMULACION DE PLAN ESTRATEGICO

- OBJETIVO DE DESARROLLO

El objetivo de este informe se orienta a dar a conocer el logro e integración del aprendizaje adquirido y la descripción de hechos, fundamentados en bases teóricas que proporcionen evidencias del grado en que se realiza un ejercicio significativo, crítico y creativo de la profesión, ampliando a detalle las etapas de construcción, procedimientos constructivos, controles de costos, productividad mediante software y nuevas técnicas utilizadas por el Grupo Graña y Montero para llevar adelante con éxito sus proyectos de los cuales he tenido la oportunidad de ser parte.

Nuestro país, en los últimos cinco años, ha crecido en el campo de la construcción, permitiendo a la empresa, ampliar el manual de control de gestión de proyectos, y que serán también expuestos en el informe final.

- DESCRIPCION DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

A finales del 2009, egresé de la Universidad Católica Santa María e inmediatamente tuve la oportunidad de ingresar al primer programa de entrenamiento de ingenieros jóvenes convocada por el Grupo Graña y Montero, siendo felicitado por la Universidad Católica Santa María públicamente, por el ingreso a la empresa.

El entrenamiento tuvo una duración de cuatro meses intensivos, del cual fui seleccionado para pertenecer a la planilla de la empresa a partir de Mayo 2010. Mi experiencia profesional se inició en octubre del 2010 una vez obtenido mi grado de Bachiller. En aquel entonces había sido destacado a diferentes Proyectos iniciándome como Asistente de Oficina Técnica, y un año después como Jefe de Oficina Técnica, a medida que demostré mi capacidad se me asignaron mayores responsabilidades en campo y oficina, tareas más complicadas que configuraron mi perfil profesional siendo invitado a pertenecer a la planilla estable del grupo con contrato indefinido a partir del 1 de Mayo del 2014. Para el presente resumen ejecutivo desarrollaremos el proyecto Pampa Verde que consiste en una carretera a nivel afirmado para unir dos yacimientos mineros, entre otras obras con una tecnología nueva para evitar la contaminación y erosión de los suelos, todo esto valorizado en US\$ 50 millones de dólares.

La complicación de la obra, como se demostrará en el informe, se debió a la geografía del proyecto, ya que ambos yacimientos mineros se encontraban separados por un cañón, situación que demandó hacer sostenimientos con anclajes de gran profundidad y que fueron desarrollados conjuntamente con un subcontratista de origen Español. Además de complicaciones climatológicas extremas conjuntamente con el terreno ácido encontrado por debajo de un metro de la capa superficial ocasionando implementar nuevos controles de ingeniería para evitar la contaminación del valle. Así como también, problemas sociales que se presentaban a lo largo del desarrollo del proyecto además de los

problemas político-sociales que la ciudad de Cajamarca venía ocurriendo.

Actualmente me encuentro en la tercera etapa del proyecto a cargo del área del planeamiento y costos, la tercera etapa consiste en el desbroce del tajo “Pampa Verde” de la mina “La Zanja” para que el cliente “Compañía de Minas Buena Ventura” pudiera explotar la mina para cumplir sus leyes de oro durante el presente año 2014 y proyecciones del 2015.

1. PROYECTO “PAMPA VERDE” – (CONSTRUCCION DE LA CARRETERA DEL TAJO PAMPA VERDE A SAN PEDRO SUR)



Foto 1: Carretera Pampa Verde Prog 3+250

1.1. INFORMACIÓN GENERAL

1.1.1 Introducción

La Construcción de la carretera: “San Pedro Sur – Pampa Verde (6.42 Km.)”, ubicada en la propiedad de Minera La Zanja SRL (MLZ), fue diseñada para el desarrollo de las actividades de minería, en el tajo Pampa Verde contribuyendo con la extracción de los recursos

existentes y permitiendo el transporte hacia el tajo San Pedro Sur para su proceso respectivo, requiriendo un tránsito fluido y seguro en el área de operaciones tal como lo requiere la minería moderna.

La carretera ejecutada es del tipo privado, pues beneficia exclusivamente a MLZ, dentro de su propiedad.

La ejecución de la carretera tiene un ancho de vía efectiva de 13.50 m. que incluye cuneta y borde de protección, se consideró además la construcción de muros de contención en puntos críticos, para estabilizar la vía y la construcción de alcantarillas para el drenaje de la misma.

El eje de la carretera está de acuerdo al proyectado en la ingeniería del trazo, la ejecución se realizó bajo la modalidad a costos unitarios mediante valorizaciones de obra.

Este proyecto para el cliente fue prioritario, pues actualmente no existe una vía directa entre los dos sectores mencionados, para ir de un lado al otro se hace a través de la carretera que pasa por el caserío aledaño La Zanja, utilizando mayor tiempo.

La construcción de esta vía permite la comunicación directa entre los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde, ubicados en la propiedad de Minera La Zanja SRL.

El estudio del tramo San Pedro Sur – Pampa Verde, constituyó una necesidad inmediata de contar con la vía de acceso hacia Pampa Verde para integrarla vialmente a minera La Zanja, sin tener que salir de la mina y pasar por el caserío La Zanja.

1.1.2. Antecedentes

Minera La Zanja, actualmente tiene los tajos San Pedro Sur y Pampa Verde, con un “PAD” de lixiviación ubicado en el tajo San Pedro, ambos tajos cuentan con una ley importante de Oro, la importancia de unir el tajo Pampa Verde con el tajo San Pedro nace básicamente para poder

llevar el Mineral al “PAD” de lixiviación antes mencionado, es así para unir estos tajos era necesaria una vía de conexión directa, para ir de un lado hacia el otro necesariamente se tiene que salir de mina y tomar la vía que va hacia el caserío La Zanja, para luego ingresar nuevamente a la propiedad utilizando un promedio de 1 hora de tiempo.

Por lo que es necesario contar con esta vía y sus variantes para el normal desarrollo de las actividades de minería, mejorando la infraestructura vial con fines de transitabilidad dentro del área de operaciones de la Minera.



Foto 2: Tajo San Pedro Sur, vista desde el tajo Pampa Verde

1.1.3. Objetivos

Explicar las etapas de construcción, procedimientos constructivos, controles de costo, productividades y nuevas técnicas utilizadas en este proyecto, así como el control de gestión de proyectos, metodología empleada por la empresa.

1.1.4. Ubicación

LOCALIDAD : La Zanja
DISTRITO : Pulán
PROVINCIA : Santa Cruz
DEPARTAMENTO : Cajamarca

El trazo se encuentra ubicado en el distrito de Pulán, provincia de Santa Cruz, en el área de operaciones de Minera La Zanja. En coordenadas UTM tomadas a partir de los BMs existentes.

1. - Tramo Principal L= 6.100 km.

Se inicia en San Pedro Sur y finaliza en Pampa Verde, con una longitud total de 07 Km. 238. 26 M. de carretera.

Punto Inicial: Km. 00+ 000 San Pedro Sur.

Este : 732100.38 E

Norte : 9244892.21 N

Altitud : 3450.00 m.s.n.m

Punto Final : Km. 06+100 Pampa Verde

Este : 731060.44 E

Norte : 9246070.26 N

Altitud : 3446.50 m.s.n.m

2. - Tramo Botadero Pampa Verde L= 0.320 km.

Se inicia en la progresiva 5+720 de la carretera principal a Pampa Verde y finaliza en el Botadero, con una longitud total de 0.320 Km. de carretera, llamado también “Ramal Superior”

Punto Inicial: Km. 5+720 carretera a Pampa Verde

Este : 730789.57 E

Norte : 9245825.62 N

Altitud : 3427.50 m.s.n.m

Punto Final: Km. 00+320 Botadero

Este : 730723.49 E

Norte : 9245649.96 N

Altitud : 3426.50 m.s.n.m

1.1.5. Clima

Cajamarca por su altitud se encuentra en la región Quechua (entre 2,300 - 3,500 m.s.n.m) lo que determina que su clima sea templado, seco; soleado durante el día, pero frío durante la noche. Su temperatura media anual es de 15.6 °C, siendo época de lluvias de diciembre a marzo, que coinciden con el cíclico fenómeno de “El Niño”, típico del norte tropical peruano. Sin embargo, en sus diferentes regiones, algunas ciudades tienen clima tropical. Además la proximidad tanto hacia la costa como hacia la selva, sin mencionar su cercanía a la línea ecuatorial, la hacen tener el mejor clima de los departamentos de la sierra peruana. No tiene picos nevados, pero cuenta con bosques subtropicales húmedos hacia la vertiente oriental, subtropical y tropical secos hacia la vertiente occidental, siendo el departamento de la sierra con mayor índice de forestación.

Específicamente en el lugar que se ubica el proyecto de construcción presenta una complejidad fisiográfica notable, esto influye en el comportamiento climático. La temperatura es variable entre 4° y 18° C, siendo más acentuada durante el día, descendiendo significativamente durante la noche.

La zona por estar ubicada junto a un bosque natural con presencia de vegetación, hay tendencia a la formación de neblina y por tener la altitud

superior a los 3,000.00 m.s.n.m. Su clima es generalmente frío, típico de la sierra con lluvias intensas entre los meses de octubre a abril.

1.1.6. Accesibilidad

Para llegar a la zona de operaciones de Minera La Zanja se emplea un tiempo aproximado de 2.5 horas desde la ciudad de Cajamarca, siguiendo por la carretera Cajamarca – Hualgayoc, hasta el caserío “El Empalme” Km. 68 aprox, luego hacia la izquierda en dirección al distrito de Llapa por carretera afirmada, con una longitud aproximada de 20.00 Km. hasta el punto conocido como Casa de Teja, desde donde se toma 12 Km. aprox. hacia la derecha en dirección a Pulán – Santa Cruz.

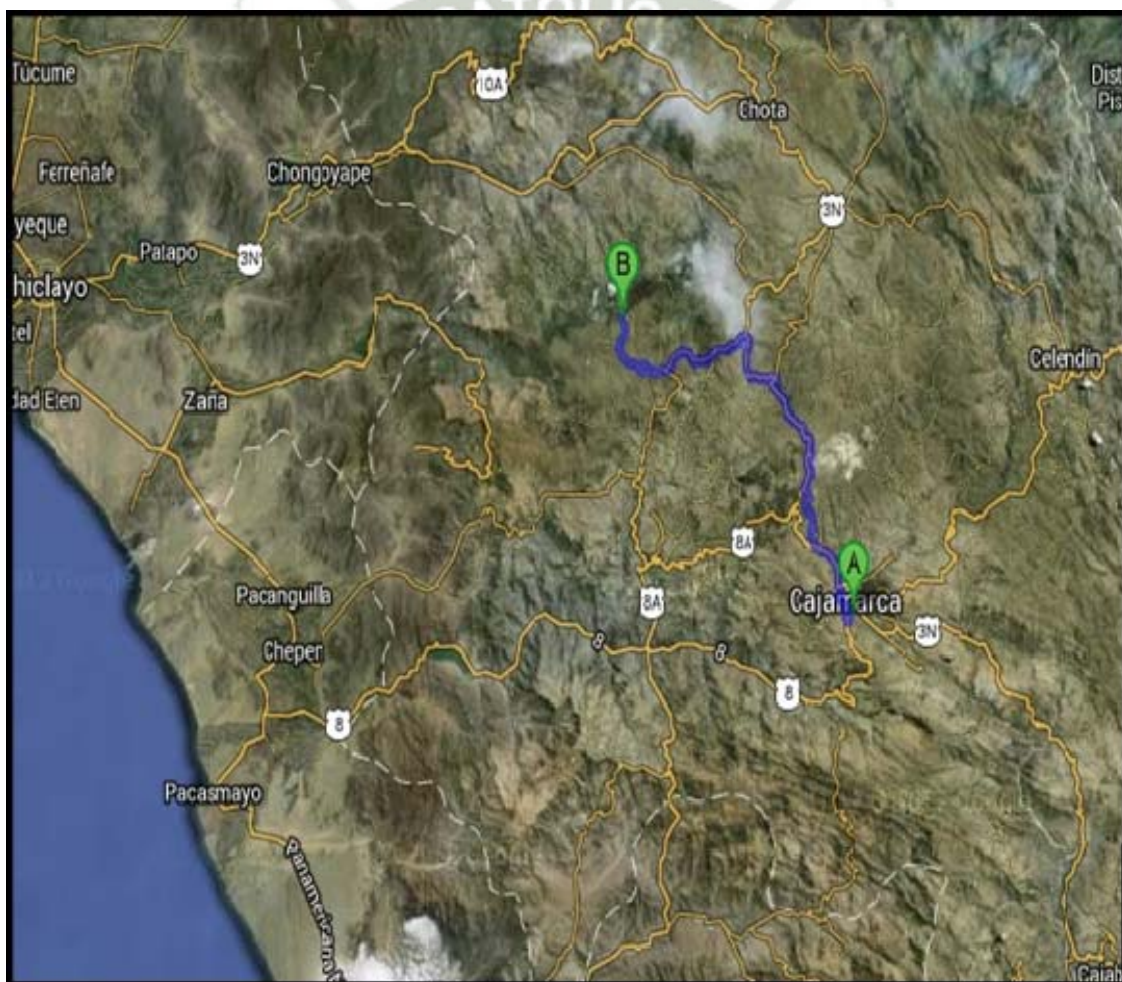


Foto 3: Ruta Cajamarca – Minera La Zanja, vista satelital

1.1.7. Descripción del Proyecto

Se planteó la construcción de la carretera San Pedro Sur – Pampa Verde, vía que sirve en la actualidad de comunicación directa entre el tajo San Pedro Sur y el tajo Pampa Verde, dentro del área de operaciones de Minera La Zanja SRL.

El proyecto se inicia en la cota 3,514.29 m.s.n.m. y baja hasta el punto de paso en la quebrada El Cedro con cota: 3,215.00 m.s.n.m. Luego vuelve a subir hasta la cota: 3,436.28 m.s.n.m. en Pampa Verde, la topografía es accidentada, se ha planteado la vía mayormente en corte a media ladera en terreno de topografía escarpada.



Foto 4: Foto de progresiva 3+950 en construcción hacia Pampa Verde

De acuerdo al requerimiento de la vía, se planteó construir la superficie de rodadura a un ancho de 10.00 m y 13.5 m efectivos. Los trabajos a realizar se resumen de la manera siguiente:

Obras preliminares (Movilización y desmovilización de maquinaria y equipos, y Trazo y Replanteo).

Explanaciones, cortes en material suelto y roca (suelta y fija) y rellenos (conformación de terraplenes con material propio y de préstamo); perfilado y compactación de la subrasante previo a la capa de afirmado, para conformar la plataforma de la carretera en conformidad con los alineamientos, rasantes y dimensiones indicadas en los planos.



Foto 5: Foto de progresiva 3+300 finalizada

Los alcances generales del proyecto comprendieron

- Estabilización de taludes
- Afirmado de la superficie de rodadura según espesor de 0.30 m.
- Construcción de alcantarillas y muros de contención.
- Conformación de cunetas en toda la longitud de la trocha carrozable.
- Señalización (hitos kilométricos, señales informativas).

- Mitigación del impacto ambiental.

El reconocimiento de la zona en donde se ejecutó el proyecto en aquel entonces, se llevó a cabo con la finalidad de efectuar la evaluación de las condiciones naturales del lugar y tomar los elementos de juicio necesarios para la realización, razón por la cual se realizó la visita de campo al lugar con representantes de Minera La Zanja S.R.L., con quien se definieron las características principales de la vía.

Por otra parte se realizó un recorrido de la vía proyectada con Arqueólogos, quien nos proporcionó información sobre dos áreas, (polígonos con restos existentes) en la zona para ser tomados en cuenta al hacer el trabajo.

TOPOGRAFIA

En general la topografía donde se desarrollará la carretera en estudio es accidentada, encontrándose suelos de textura gravosa, y tramos de roca fija, con pendiente promedio de 30 – 60%.

Existen zonas en la parte baja con presencia de vegetación y pequeñas quebradas que son afluentes de la quebrada El Cedro, principal drenaje natural que atraviesa la propiedad de Minera La Zanja.

CALIDAD DE SUELOS Y ESTABILIDAD DE TALUDES

En la zona del proyecto predomina el terreno escarpado con material rocoso y en menor escala a nivel de suelo se tiene una capa cultivable de material orgánico, de espesor variable de 0.40 m a 1.00 m aproximadamente, y existen bajos porcentajes de arcillas y arenas.

HIDROLOGIA

El sistema de drenaje, está formado por pequeñas quebradas y tiene como el patrón principal a la quebrada El Cedro cuyas aguas son drenadas al río Pisit en la provincia de Santa Cruz, la dirección de este último va de Este a Oeste desembocando en la vertiente del Pacífico.

DRENAJE

La hidrológica de drenaje de carreteras comprende el sistema interceptor de flujos laterales (cunetas) y el sistema transversal (alcantarillas, badenes), en este caso, el sistema de drenaje transversal estará conformado por alcantarillas, el drenaje lateral estará constituido por cunetas sin revestir.

CANTERAS

Cabe indicar que en la zona existen canteras, la cantera principal para el uso del afirmado fue “Cantera Campana” en donde se realizaron todos los estudios correspondientes para lograr la buena calidad del afirmado.

Por otra parte a lo largo de toda la carretera proyectada predomina el material rocoso, el cual sirvió para la formación de los terraplenes; se aprovechó el material excedente de las operaciones mineras para el afirmado de la vía, previo análisis del material a emplear.

1.1 8. Plazo de Ejecución

Período 2012:

20 de marzo a 30 de noviembre 2012.

Período 2013:

1 de abril a 25 de setiembre 2013.

Plazo: 14 meses en total para ambos períodos.

1.1.9. Monto de Obra

Venta del período 2012:

US\$ 22'967,163 sin IGV

Venta del período 2013

US\$ 27'109,651 sin IGV

Venta Total para el proyecto:

US\$ 50'070,318 sin IGV

1.1.10 Cliente y Proyectista

Cliente:

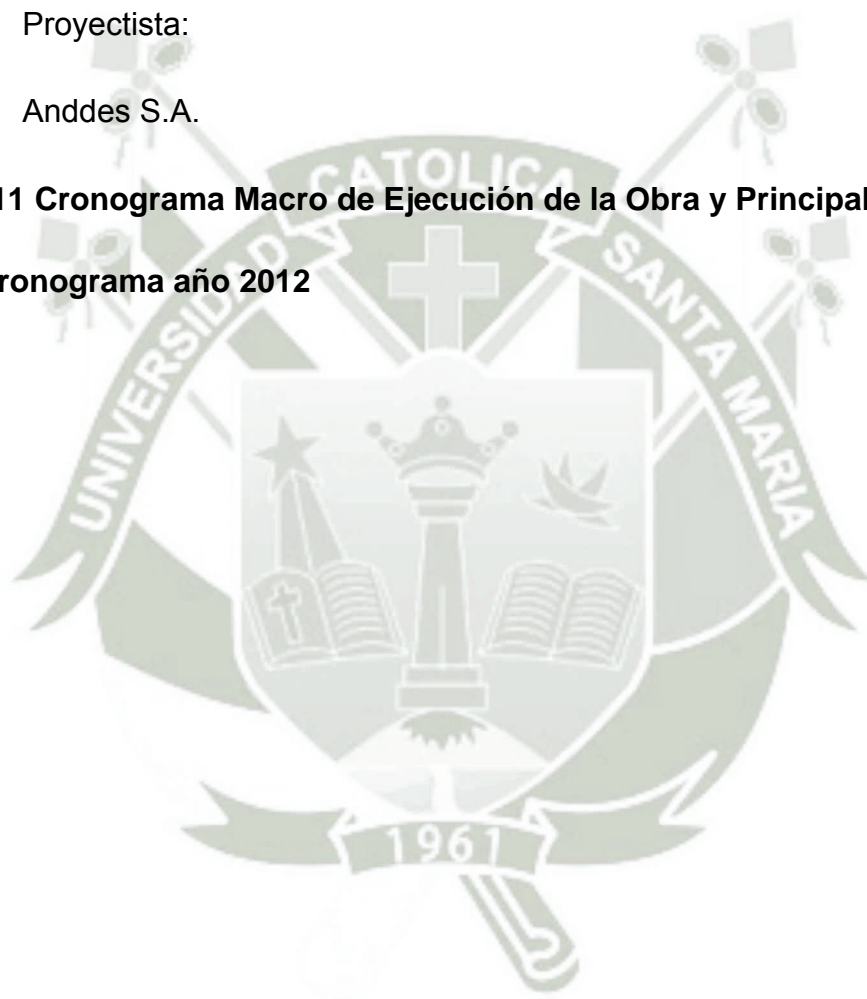
- Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. supervisado por Minera La Zanja S.A.

Proyectista:

- Anddes S.A.

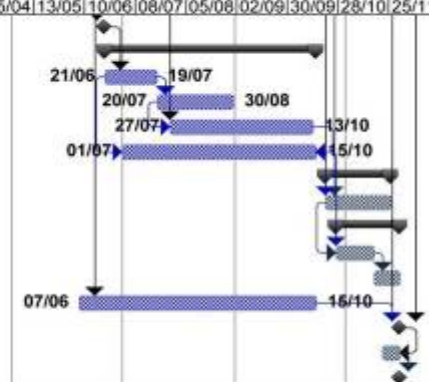
1.1.11 Cronograma Macro de Ejecución de la Obra y Principales hitos

Cronograma año 2012

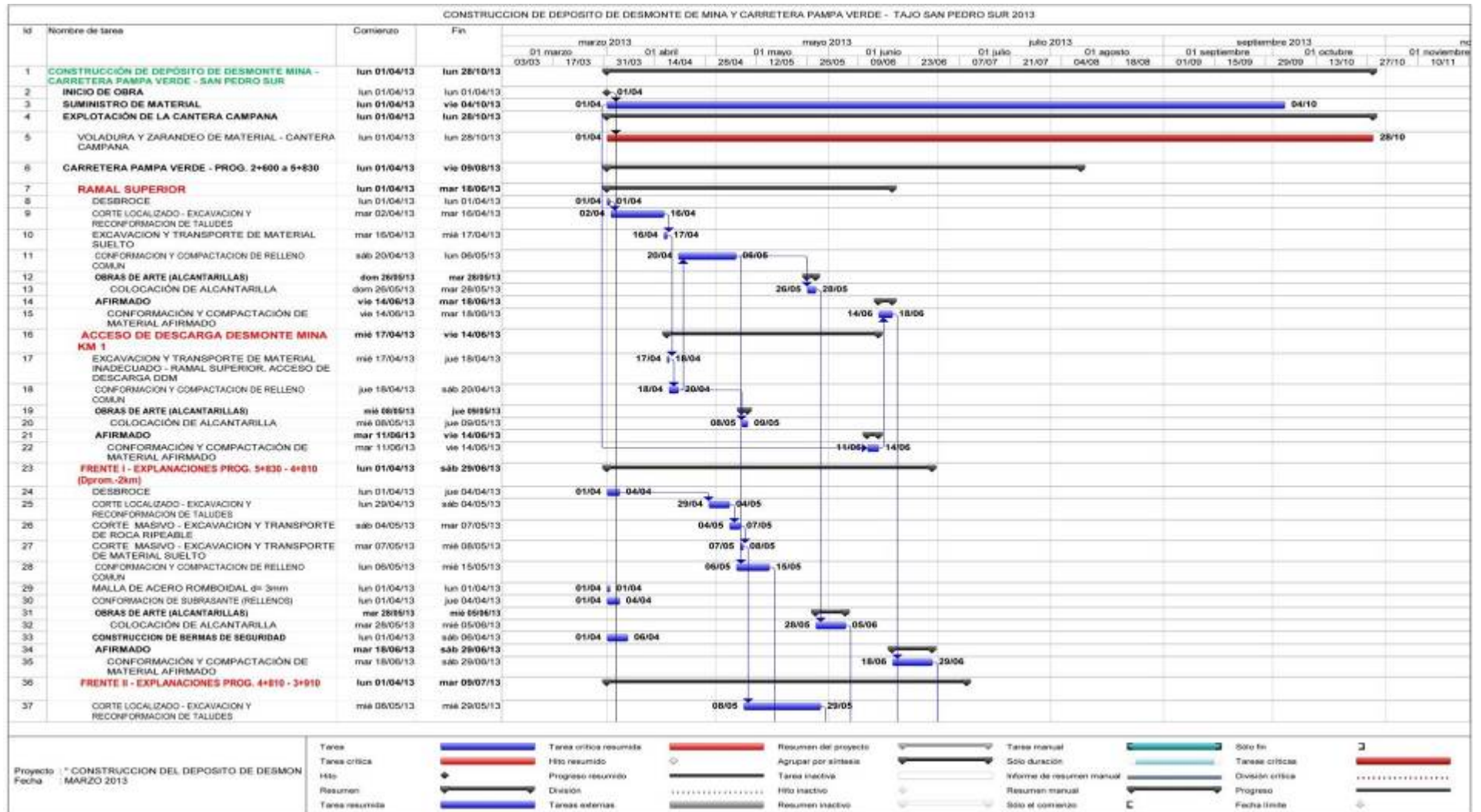


CRONOGRAMA PRELIMINAR DE EJECUCION DE OBRA: LA ZANJA : DEPOSITO DE DESMONTE Y CARRETERA TAJO PAMPA VERDE - SAN PEDRO

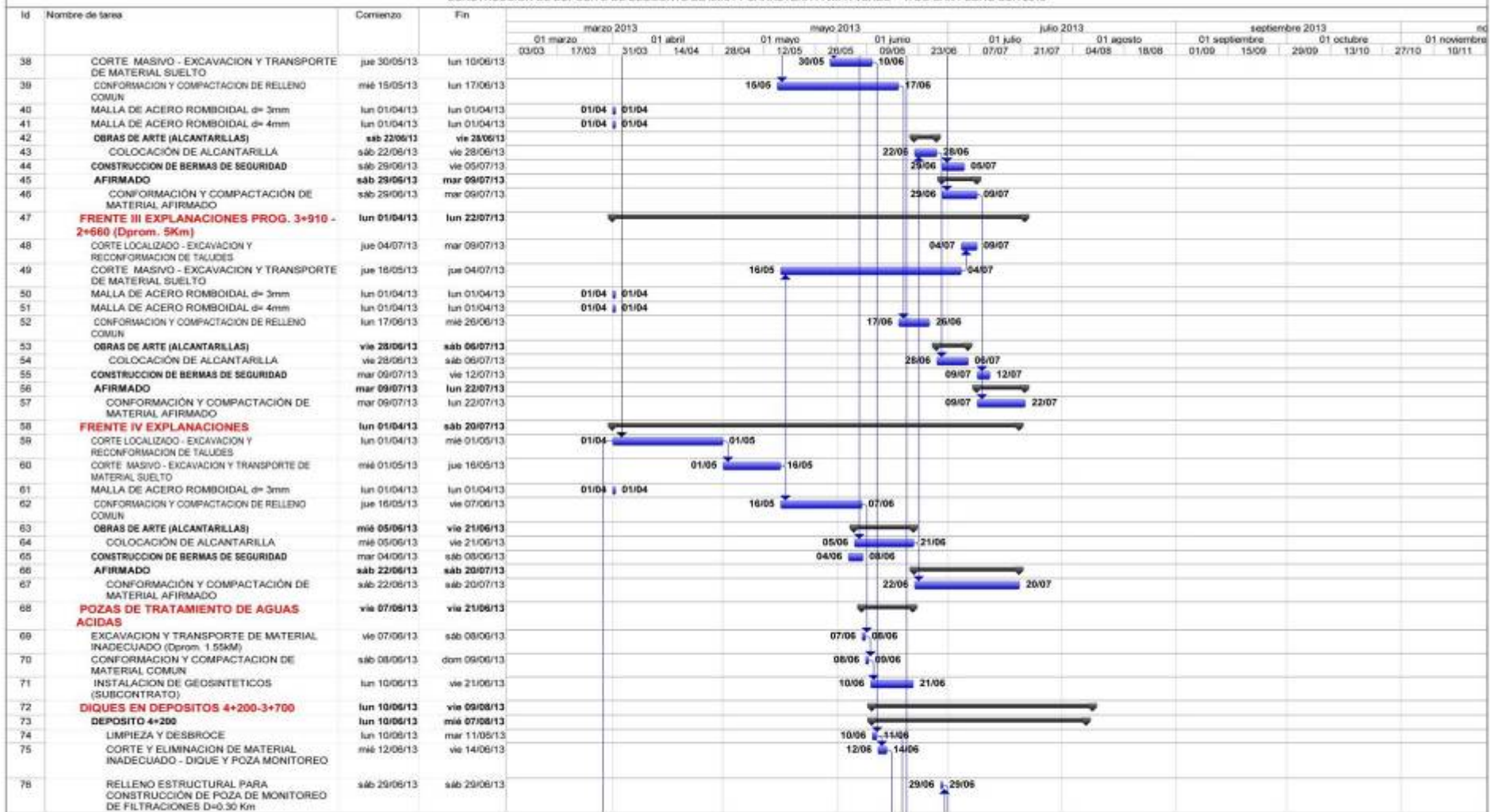
Id	Nombre de tarea	Comienzo	Fin	01 febrero	01 marzo	01 mayo	01 julio	01 septiembre	01 noviembre	01 diciembre		
				22/01	19/02	18/03	15/04	13/05	10/06	08/07	05/08	02/09
74	INICIO FRENTE IV	jue 21/06/12	jue 21/06/12									
75	CARRETERA	jue 21/06/12	lun 15/10/12									
76	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO	jue 21/06/12	jue 19/07/12									
77	EXCAVACION EN ROCA SUELTA	vie 20/07/12	jue 30/08/12									
78	EXCAVACION EN ROCA FIJA (REQUIERE VOLADURA)	vie 27/07/12	sáb 13/10/12									
79	CONFORMACION DE TERRAPLENES	dom 01/07/12	lun 15/10/12									
80	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	dom 21/10/12	dom 25/11/12									
81	ALCANTARILLAS	dom 21/10/12	dom 25/11/12									
82	AFIRMADO	sáb 27/10/12	vie 30/11/12									
83	CONFORMACION DE SUBRASANTE	sáb 27/10/12	vie 16/11/12									
84	COLOCACION DE AFIRMADO	sáb 17/11/12	vie 30/11/12									
85	EXPLOTACION DE CANTERA CAMPANA	jue 07/06/12	lun 15/10/12									
86	ENTREGA DE LOS TRABAJOS	vie 30/11/12	vie 30/11/12									
87	DESMOVILIZACION DE EQUIPO	mié 21/11/12	vie 30/11/12									
88	FIN DE OBRA	vie 30/11/12	vie 30/11/12									



Cronograma año 2013



CONSTRUCCION DE DEPOSITO DE DESMONTE DE MINA Y CARRETERA PAMPA VERDE - TAJO SAN PEDRO SUR 2013



Proyecto : CONSTRUCCION DEL DEPOSITO DE DESMONTE DE MINA Y CARRETERA PAMPA VERDE - TAJO SAN PEDRO SUR 2013
 Fecha : MARZO 2013

Tarea		Tarea crítica resumida		Resumen del proyecto		Tarea manual		Sólo fin	
Tarea crítica		Hito resumido		Agrupar por síntesis		Sólo duración		Tareas críticas	
Hito		Progreso resumido		Tarea inactiva		Informe de resumen manual		División crítica	
Resumen		División		Hito inactivo		Resumen manual		Progreso	
Tarea resumida		Tareas externas		Resumen inactivo		Sólo el comienzo		Fecha límite	

Principales Hitos de la Obra

Inicio de Obra:.....	20 de Marzo 2012
Inicio de Haul Road:.....	20 de Marzo 2012
Fin de trabajos en Haul Road.....	03 de Setiembre 2013
Fin de Obra:.....	30 de Septiembre 2013

1.2. Trazo y Diseño Geométrico

1.2.1. Criterio General de Aplicación

Las características geométricas de una vía dependen fundamentalmente de la velocidad directriz adoptada, de la composición y volumen de tránsito, a fin de satisfacer las condiciones mínimas que permitan circular un determinado tipo de vehículo.

El criterio general aplicado para el levantamiento topográfico del camino ha sido siguiendo la línea de gradiente con pendientes permisibles de hasta el 10% para tránsito pesado, con ligeras variaciones en las zonas muy accidentadas se optó pegarnos hacia el pie de los taludes y proyectar la vía en corte, para evitar rellenos en fuertes depresiones y/o abismos.

El diseño de la Carretera fue desarrollado cumpliendo las siguientes Normas, Manuales y Decretos:

- Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito, aprobado por Resolución Directoral N° 084-2005-MTC/14.
- Decreto Supremo N° 055 – 2010 EM – (Recomendaciones de Velocidad).

1.2.2. Velocidad Directriz

La velocidad directriz para éste camino en estudio, según las normas para el Diseño de Caminos Vecinales de clasificación de doble vía y topografía accidentada, así mismo tomando en consideración las velocidades máximas permitidas en la mina se ha elegido 30 Km./hora.

1.2.3. Alineamiento Horizontal

1.2.3.1. Generalidades

El levantamiento del eje del camino se ha proyectado mediante poligonales abiertas siguiendo en lo posible con los alineamientos horizontales y verticales proyectados en campo, debido a la abrupta topografía del terreno y suelos rocosos, optándose el ancho mínimo de la vía de 10.00 m. requerido por los términos de referencia, a fin de evitar obtener grandes volúmenes de relleno, se proyectaron muros tipo bermas de minería.



Foto 6: Progresiva 1+750 muros tipo bermas de minería

El estacado del eje en campo fue de cada 20 m en tangentes y 10 m en curvas horizontales, con la estaca de inicio en el lugar denominado San Pedro Sur Km. 00+000, y la estaca final en el

punto de terminación de la carretera a construir, el Km. 06+100 en Pampa Verde.

1.2.3.2. Homogeneidad del trazo propuesto.

El trazo proyectado por lo accidentado de la topografía del terreno, es muy sinuoso con fuertes pendientes en distancias considerables, se han considerado las obras de drenaje necesarias con cunetas, alcantarillas y muros de contención, que hay que realizar. En su alineamiento horizontal y pendiente máxima del 10% en su alineamiento vertical.

1.2.3.3. Curvas Horizontales.

En el tramo existen varias curvas horizontales, pero todas ellas superan al valor mínimo normal de 7.00 m. para una velocidad directriz de 30.00 Km./h.

1.2.3.4. Curvas de Volteo.

En el tramo, por ser doble vía y teniendo en cuenta los vehículos a transitar se presentan curvas de volteo con radios mínimos de 18.00 m, para lograr una mejor eficiencia.

1.2.3.5. Peralte.

El valor del peralte en las curvas está en función de la velocidad directriz (30 Km./h) y de su radio, no sobrepasando su valor máximo del 8% según las normas para el Diseño de Caminos.

1.2.3.6. Banquetas de visibilidad.

No se ha considerado banquetas de visibilidad, por tratarse de un camino de doble vía y ancho de superficie de rodadura efectiva de 10.00 m, sin embargo cabe mencionar que se implementaron espejos cóncavos en el año 2014, después de ocurridos 2 accidentes con daños solo materiales.



Foto 7: Espejos cóncavos para zona de poca visibilidad

1.2.3.7. Secciones transversales

Calzada.

La calzada quedó conformada en general por el ancho de la superficie de rodadura 10.00 m, más las sobre explanaciones que se realizaban en la rehabilitación y los sobre anchos en las curvas de 0.60 m.

En el terreno se ha realizado las secciones transversales a lo largo del eje del camino durante el estacado del eje y a una distancia de 20.00 m a cada lado para determinar las curvas a nivel y respectivas secciones que aparecen en los planos.

1.2.4. Detalles de la Sección Transversal.

1.2.4.1. Modelo de camión a utilizar en la vía.

Se ha tomado como base el ancho de vía para el camión SCANIA P420 CB8X4EHZ, que utilizara la carretera, según especificaciones técnicas.

ANCHO DE VIA PRINCIPAL (SCANIA P420 CB8x4EHZ - 18m3)

Ancho camión 20m3	3.20 M
Factor Ancho (Mínimo)	3.00 Según normas legales
Ancho vía (rodadura)	10.00 M
Bermas	2.00 M
Cunetas	1.50 M
Ancho Vía Total	13.50 M

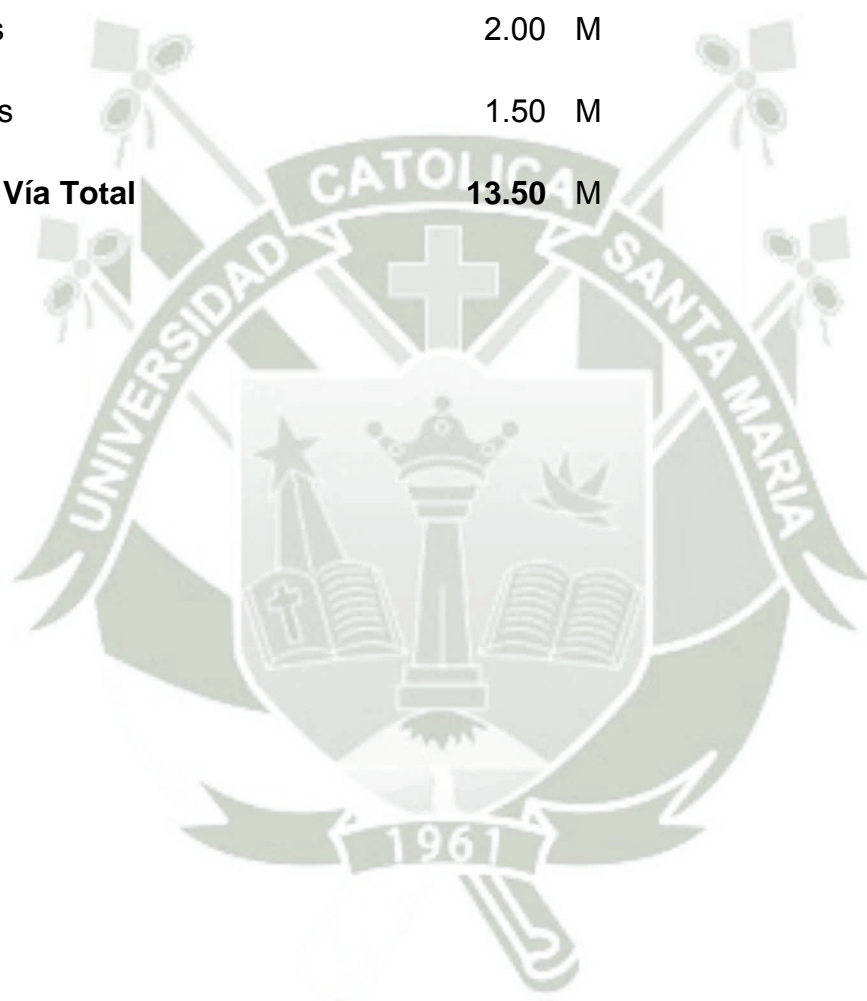
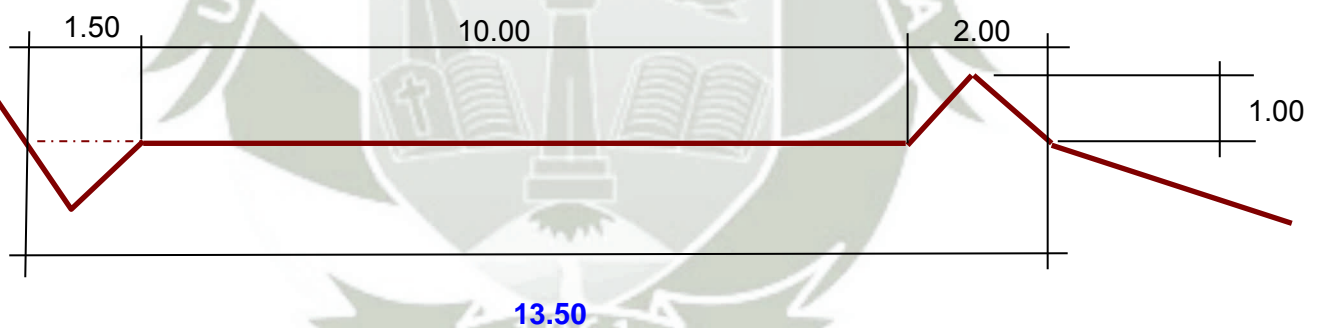
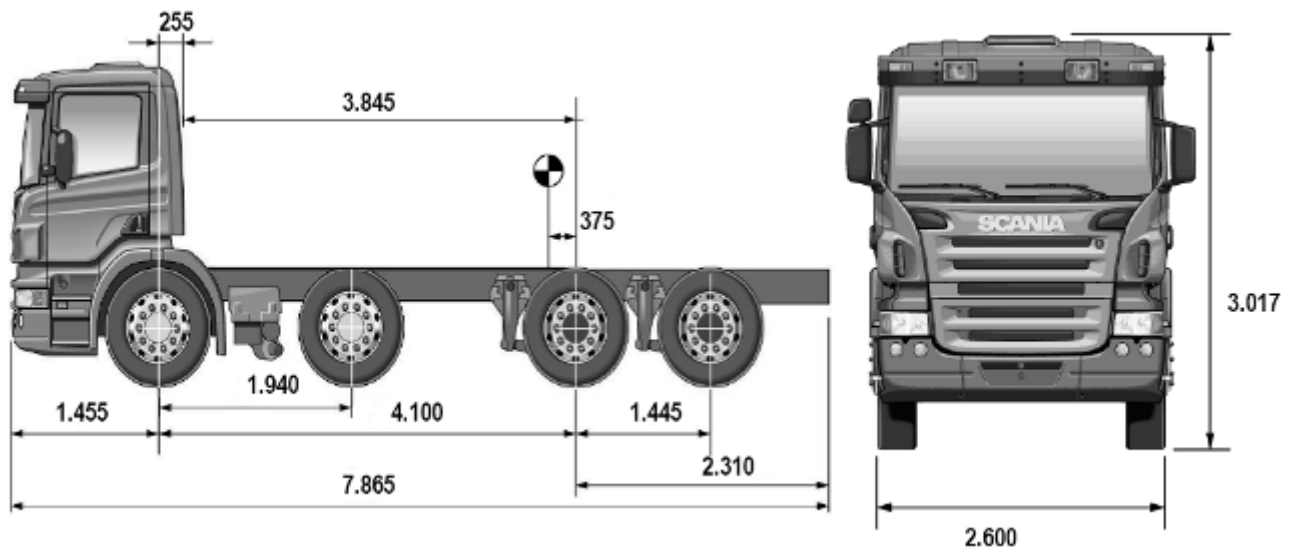


Gráfico 1: Medidas del modelo scania



1.2.4.2. Superficie de rodadura.

Para el tramo se ha elegido un ancho de superficie de rodadura de 10.00 m para vía doble, requerido por los términos de Referencia para un tránsito constante.

1.2.4.3. Bermas.

Quedaron conformadas por el excedente del ancho de la plataforma hasta las cunetas.

1.2.4.4. Bombeo.

Se ha considerado un bombeo del 2% a ambos lados del eje para terreno de material suelto y hacia el lado del talud de corte para tramos en roca, a fin de evitar construir cunetas en roca.

1.2.4.5. Sobre Ancho.

El sobre-ancho considerado para las curvas horizontales es de 0.60 m. en concordancia a las normas Peruanas para el Diseño de Carreteras.

1.2.4.6. Cunetas.

Se considera la construcción de cunetas sólo en los tramos de material suelto de sección triangular según diseño hidráulico de 1.50 m. de ancho y tirante 1.00 m.

1.2.4.7. Perfil longitudinal propuesto.

Es el alineamiento que aparece en los planos como cotas de sub-rasante. Su diseño se ha realizado ajustándonos en lo posible al relieve del terreno existente.

1.2.4.8. Pendientes.

La pendiente máxima considerada es del 10.00 %, en concordancia a las normas para el Diseño de Caminos, como se mencionó en el ítem. 1.2.3 por la abrupta topografía del terreno y suelos rocosos y que unas mejores correcciones nos obligaría a efectuar nuevos trazos y en distancias considerables, imposibles de realizarlos en etapa de construcción debido a que nos encontrábamos limitados por el presupuesto a realizar.

1.2.4.9. Curvas verticales.

Su diseño se ha realizado ajustándonos en lo posible al relieve de la plataforma existente, determinándonos de ésta manera curvas verticales cóncavas y convexas de valores fuera a los exigidos por las Normas para el Diseño de Caminos, permitiéndonos realizar cortes y rellenos de gran altura por razones de presupuesto.

FICHA TÉCNICA RESUMEN	
Número de vías	02
Velocidad Directriz	30 Km./h
Radio Mínimo	18.00 m
Pendiente Máxima	10%
Superficie de Rodadura	10.00 m
Bombeo	2%
Peralte	8% máximo
Sobre-ancho	0.60 m
Talud de corte	Según tipo de terreno
Conglomerados comunes	3:1
Roca Fija	10:1
Talud de relleno	Según tipo de terreno
Suelos diversos compactados	1:1
Plazoletas de Estacionamiento o Cruce	3.00 m x 30.00 m cada 500 m

1.3. Mapeo de Procesos.

Una de las principales estrategias para llevar a cabo el éxito en los proyectos es tener bien definido el grupo de procesos, y quienes son los involucrados para llevar a cabo un proceso de trabajo así como los procedimientos de los mismos, quiero mencionar inclusive que este punto lo resalta la guía de los fundamentos para la dirección de proyectos “PMBOK” requisito indispensable para la certificación en PMI; estos diagramas que veremos a continuación proporcionan un resumen global de

cómo cada actividad tiene un proceso correspondiente para culminar una labor y que señala las áreas involucradas para mantener el flujo de la construcción. Debido a que el proyecto era nuevo, además que existía personal reciente en la empresa que desconocía de los procesos normales de todo proyecto del grupo, era indispensable empezar con esta implementación, además de que cada proyecto tiene su particularidad en cuanto a los procesos.

1.3.1. Depósito de Carretera.

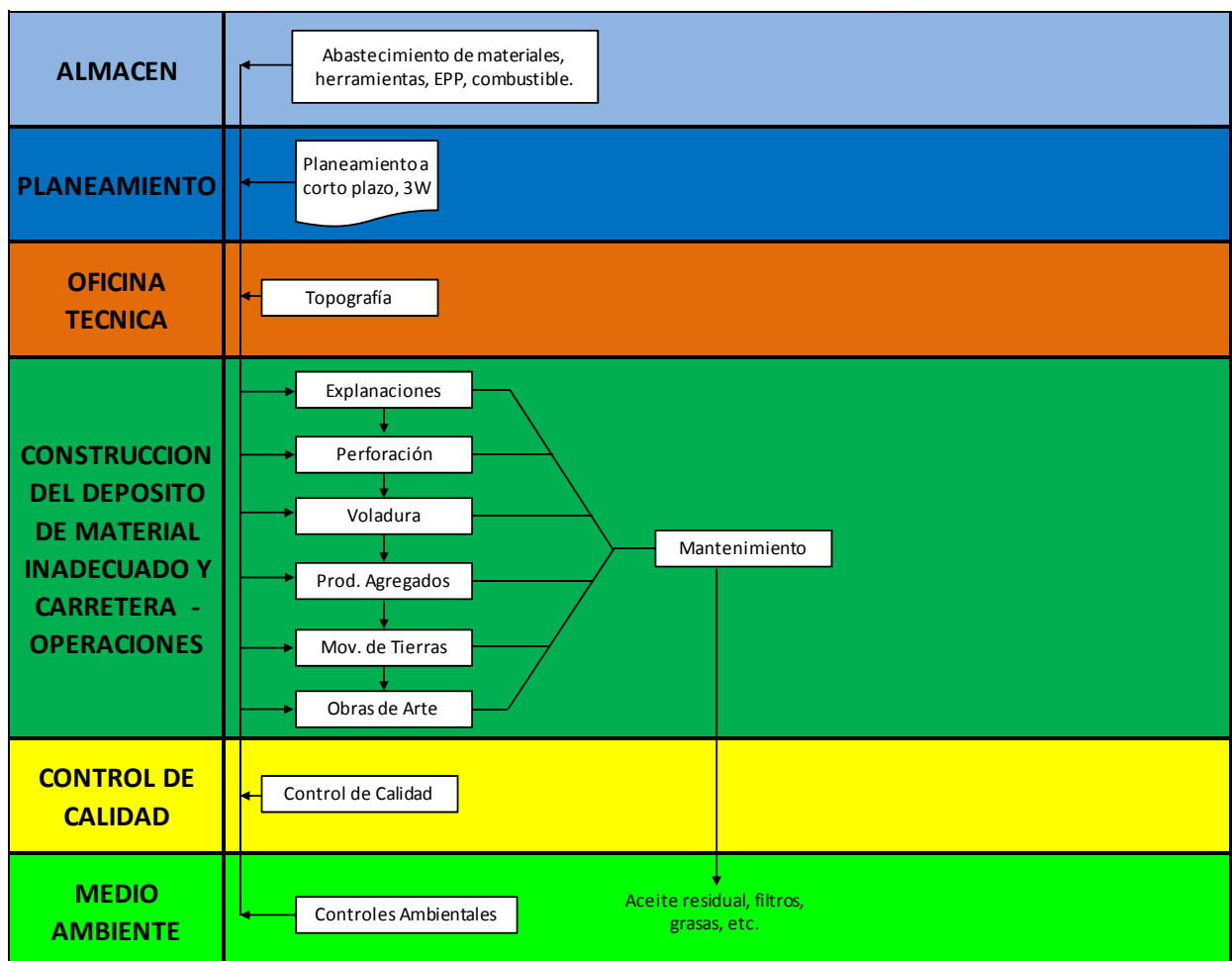


Gráfico 2: Mapeo de sub procesos de construcción de depósito de material inadecuado y carretera pampa verde.

1.3.2. Perforación

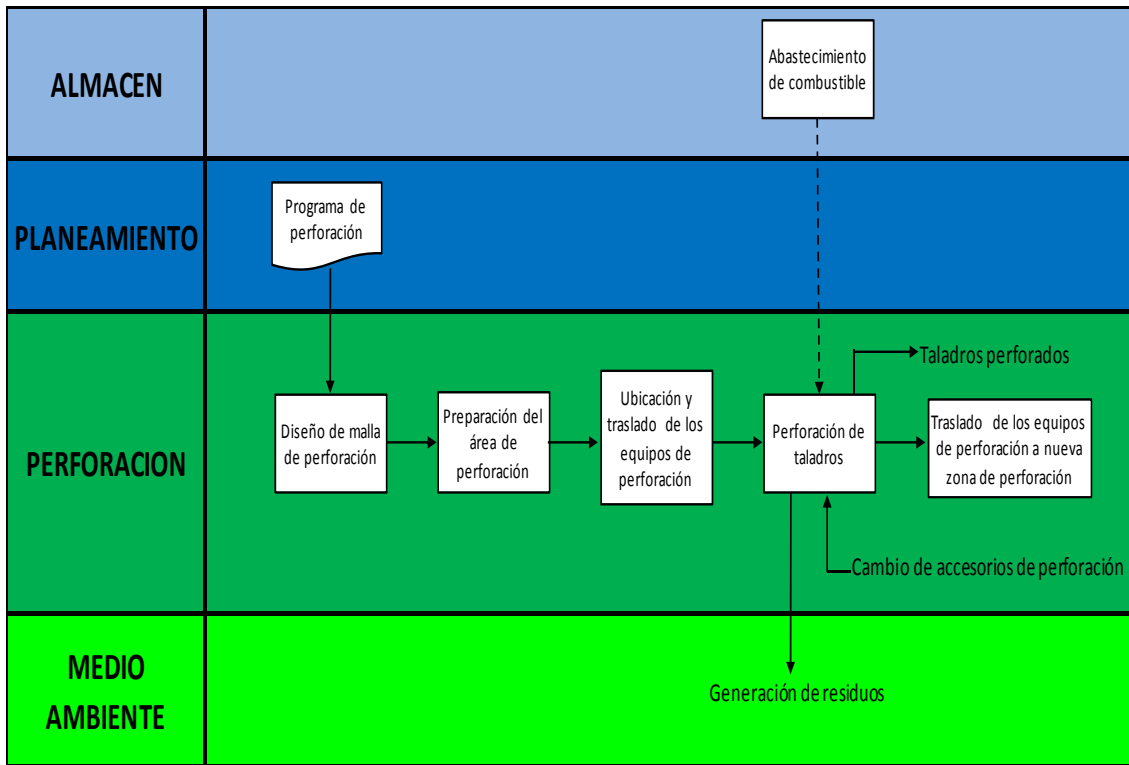


Gráfico 3: Mapeo de sub proceso perforación

1.3.3. Voladura

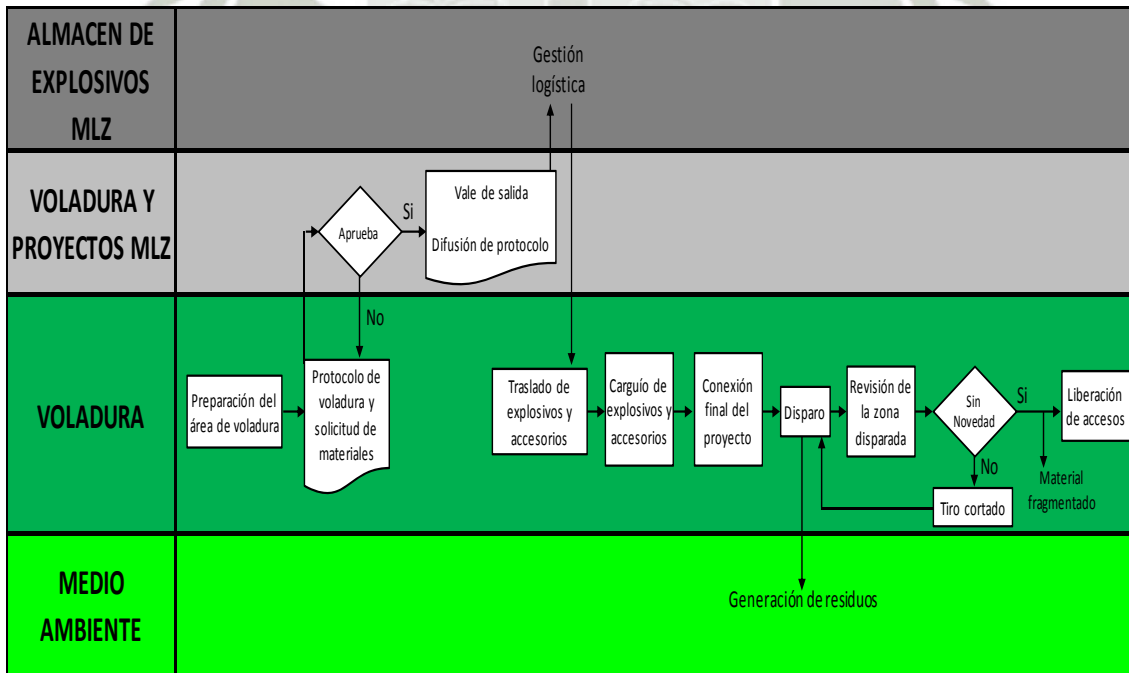


Gráfico 4: Mapeo de sub proceso voladura

1.3.4. Explanaciones.

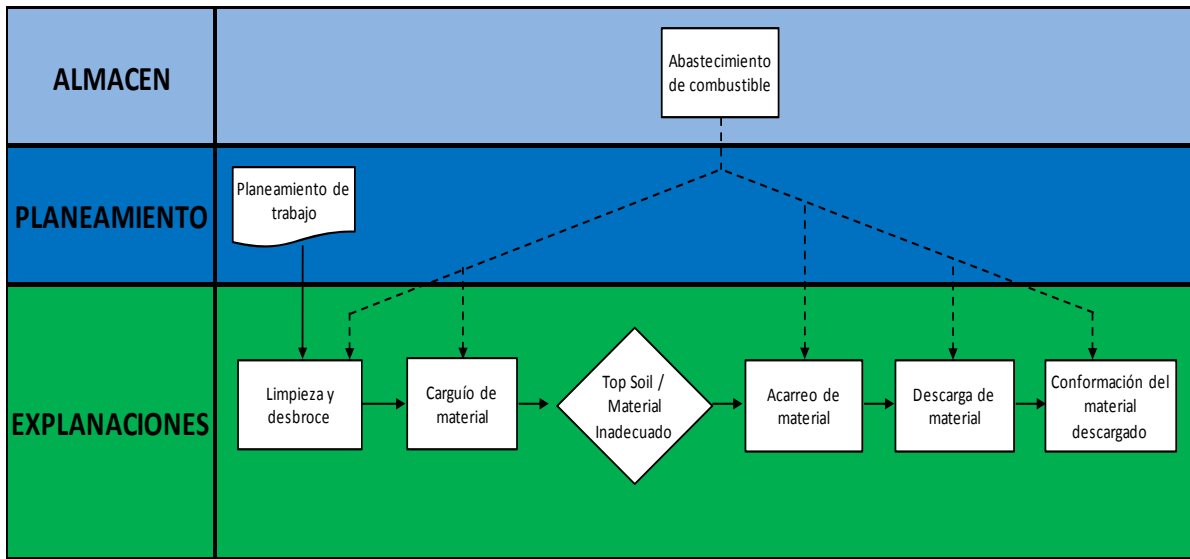


Gráfico 5: Mapeo de sub proceso explanaciones

1.3.5. Producción de Agregados

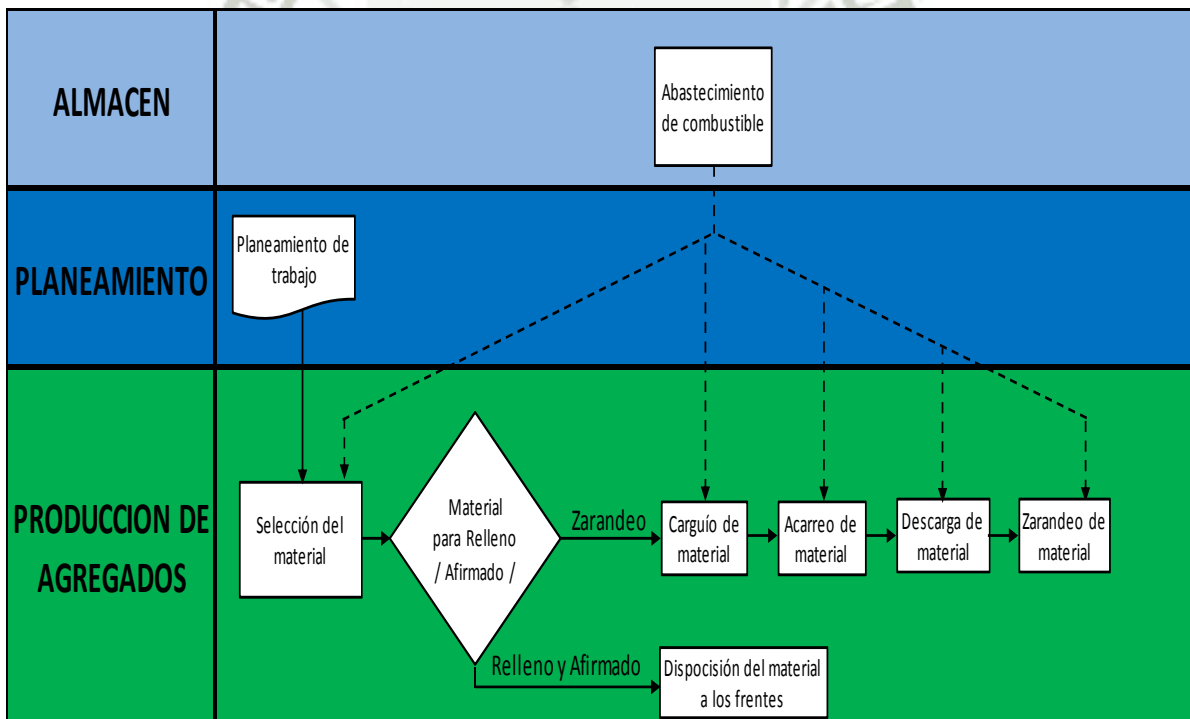


Gráfico 6: Mapeo de sub proceso producción de agregados

1.3.6. Movimiento de Tierras.

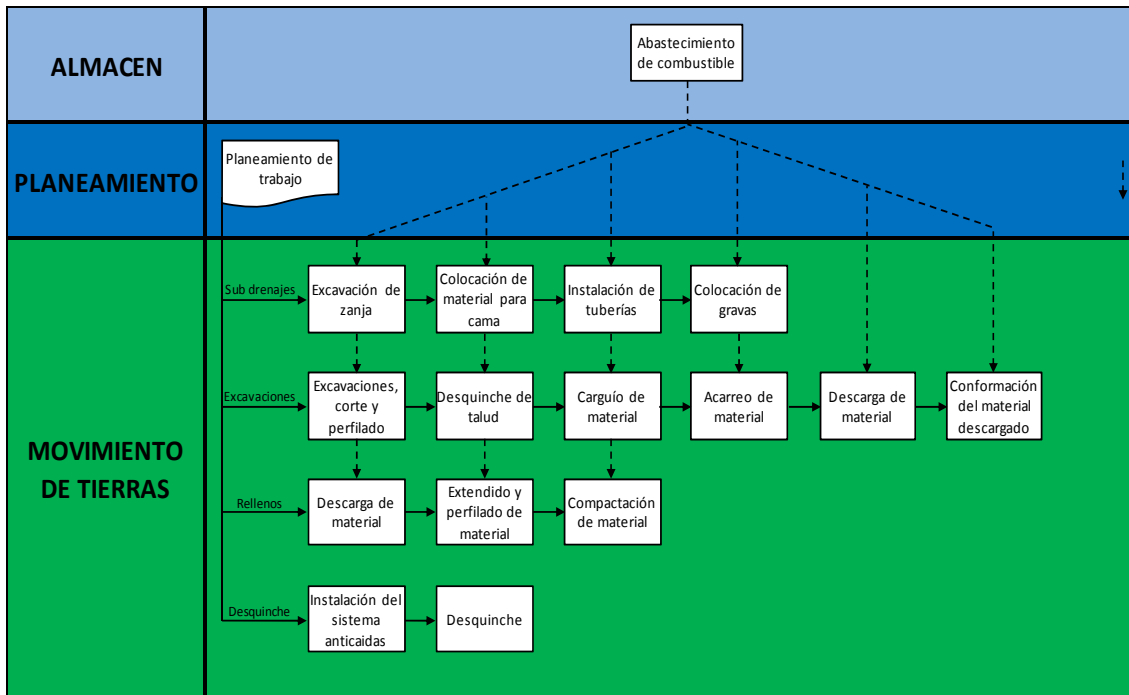


Gráfico 7: Mapeo de sub proceso movimiento de tierras

1.3.7. Obras de Arte

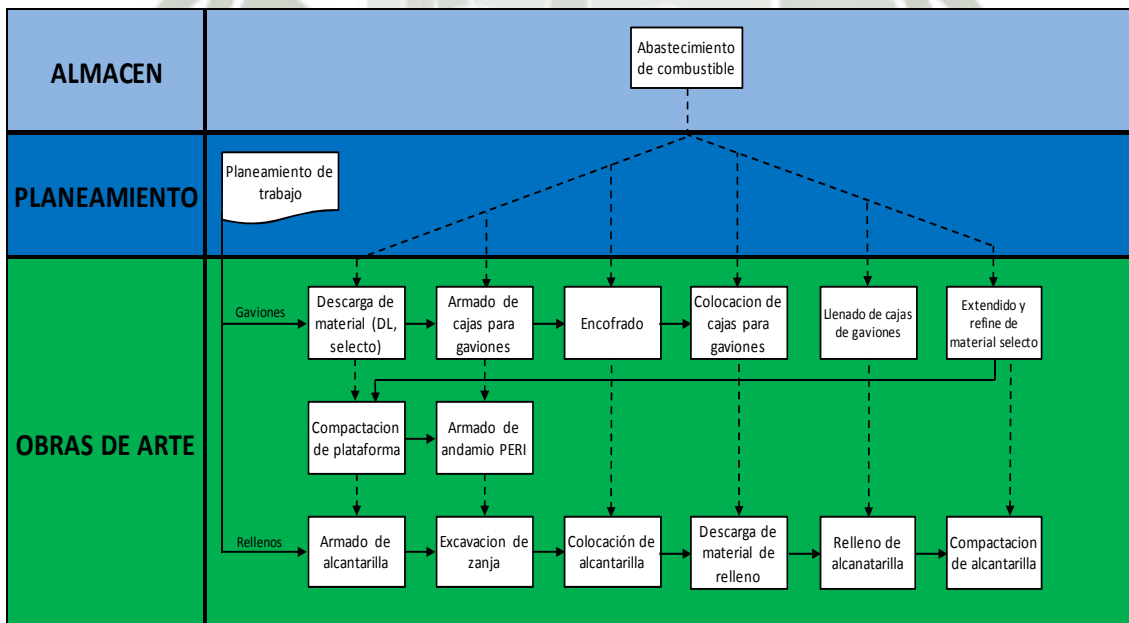


Gráfico 8: Mapeo de sub proceso obras de arte

1.3.8. Topografía

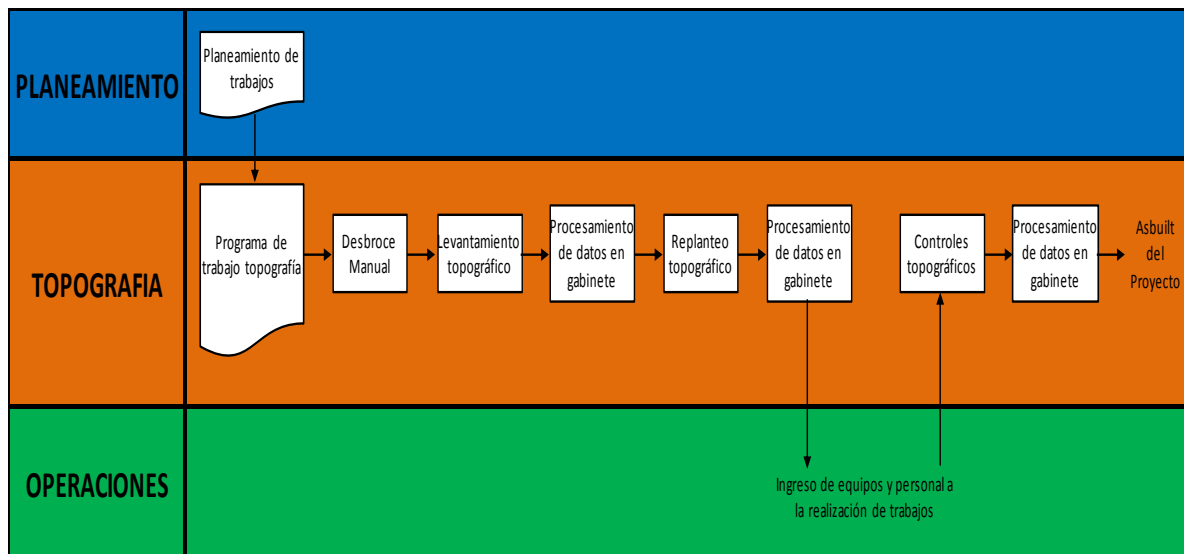


Gráfico 9: Mapeo de sub proceso topografía

1.3.9. Medio Ambiente



Gráfico 10: Mapeo de sub proceso medio ambiente

1. 4. Estabilización de Taludes

1.4.1. Resumen Ejecutivo

El Proyectista Anddes realizó un programa de investigaciones geológicas-geotécnicas de campo que consistió en un mapeo geológico-geotécnico, mapeo estructural, trincheras y ensayos de campo. De las investigaciones geotécnicas mencionadas se obtuvieron muestras de suelo y roca, las cuales fueron seleccionadas y analizadas en un laboratorio geotécnico en la ciudad de Lima, realizándose ensayos estándares y especiales con la finalidad de obtener su caracterización física y mecánica.

El estudio ha determinado las características geológicas de los taludes a lo largo del trazo definitivo, definiendo las unidades estratigráficas y geotécnicas, considerando las características geológicas de rocas y los suelos, con fines de garantizar la estabilidad de los taludes. Las propiedades geotécnicas de los materiales han sido determinadas a partir de la evaluación de campo, ensayos de laboratorio y experiencia de Anddes en proyectos similares. En base de un mapeo geológico-geotécnico minucioso del trazo de la carretera; se ha realizado una evaluación general, identificando tramos colapsados y tramos susceptibles de inestabilidad. Se ha definido la inclinación de los taludes expresada con la relación H:V. Así mismo, se determinaron en lo posible, los parámetros de resistencia mediante ensayos de campo, ensayos de laboratorio y análisis de regresión, considerando el comportamiento de los taludes existentes de corte in situ y/o ejecutados en rocas o suelos de naturaleza y características geológicas-geotécnicas similares a las que se mantienen estables ante condiciones ambientales semejantes.

Durante las investigaciones de campo se identificaron tramos con taludes críticos (colapsados), los cuales fueron estudiados con mayor detalle con el fin de determinar y definir el tipo de tratamiento específico de estabilización, en estos tramos críticos se desarrolló un

análisis minucioso con el fin de definir la medida de solución más apropiada. Por otro lado, los taludes de corte en las zonas no críticas, pero igualmente inestables, se han tratado de mejorar la estabilidad del talud proponiendo soluciones más simples, rápidas y efectivas.

Para los tramos críticos de la carretera Pampa Verde se han llevado a cabo análisis de estabilidad de taludes, garantizando que los cortes recomendados son estables para el periodo de exposición.

Al presente Informe se adjuntan los Anexos de los datos, ensayos y otros realizados para el diseño de los taludes.

- **Anexo A.2:** Registro de Pruebas Geomecánicas no Destructivas
- **Anexo A.3:** Registro de Estaciones Geomecánicas
- **Anexo A.4:** Envoltente No Lineal Hoek-Brown y de Rotura Barton – Bandis
- **Anexo A.5:** Ensayos de Laboratorio
- **Anexo A.6:** Análisis de Estabilidad de Taludes
- **Anexo A.6.1:** Análisis de Muros de Suelo Reforzado



Foto 8: Imagen Talud Progresiva 1+500



Foto 9: Vista de Carretera en Progresiva 2+750

1.4.2. Introducción

Anddes incluyó los requerimientos para ejecutar y completar los trabajos de movimiento de tierras, instalación de geosintéticos de refuerzo, de control de erosión y protección de taludes, así como la instalación de tuberías y gaviones de cola para la construcción de los muros de suelo reforzado, instalaciones de los anclajes y enmallado de acero, sin limitarse sólo a ello, para realizar los trabajos de limpieza, desbroce y su disposición en áreas destinadas para su almacenamiento y construcción de muros de suelo reforzado, sistemas de subdrenaje; sistema de enmallado, perforaciones y colocación de sistemas de pernos de anclaje, excavaciones, rellenos estructurales; y todos los trabajos de construcción de obras civiles asociadas a la medida de contingencia de la estabilización de taludes de la carretera Pampa Verde.

1.4.3. Teoría de Taludes

1.4.3.1. Introducción.

Se aplicó, a este trabajo, la última edición de los siguientes códigos, normas y métodos de prueba, correspondientes a:

- Sociedad norteamericana de ensayos y materiales (ASTM).
- Normas de seguridad del trabajador y de protección del medio ambiente adoptados por La Zanja.
- Manual aprobado de control de calidad/instalación de geomembrana del instalador.
- Manual aprobado de control de calidad de fabricación del Fabricante.
- Instituto de Investigación de Geosintéticos (GRI, Normas GM).

1.4.3.2. Metodología Utilizada.

Para el análisis de estabilidad de taludes, Anddes utilizó los programas de cómputo Slide versión 6.0 y Rocplane 2.0, estos programas permitieron modelar configuraciones complejas, definir modelos para el suelo y la roca tales como: Mohr-Coulomb, modelo no drenado ($\phi=0$), Hoek Brown y Hoek-Brown generalizado.

A través de la aplicación del programa Roclab 1.0 se pudieron determinar los parámetros de resistencia de Hoek-Brown y Mohr-Coulomb para el macizo rocoso y roca intacta. A través del criterio de Balmer (1952) se generó una relación entre el esfuerzo normal y de corte permitiendo así generar una envolvente de Mohr-Coulomb representando de mejor manera el comportamiento del material analizado.

El cálculo del factor de seguridad se realiza en una sección, donde se tienen las condiciones más críticas, permitiendo llevar a cabo un análisis de forma bidimensional y aproximando el problema a un estado de deformaciones planas. La metodología está basada en el método de equilibrio límite, empleando el método riguroso de Spencer para el cálculo del factor de seguridad y el método de falla planar en los taludes de afloramiento rocoso que serían desquinchados y sostenidos mediante un sistema de pernos de anclaje.

El método de análisis utilizado satisface simultáneamente todas las ecuaciones de equilibrio estático (fuerzas y momentos), además de ser considerado el más estable numéricamente.

Como hipótesis del análisis se considera que las propiedades de los materiales son homogéneas e isotrópicas y que el colapso se produciría como resultado de fallas.

1.4.4. Geología del área de estudio.

1.4.4.1. Geología Regional

Regionalmente la geología comprende rocas de origen sedimentario y volcano-sedimentaria correspondientes al terciario inferior, la secuencia sedimentaria comprende a las formaciones geológicas integrantes del grupo Gollarisquizga, de origen sílico-clásticas del cretáceo inferior, seguido de una secuencia pelítico-carbonatada, conformada por las informaciones Inca, Chulec, Pariatambo, Puyllucana y Chota del Cretáceo Superior, que durante el Cenozoico se desarrollaron en toda la región la actividad del arco volcánico por lo que ahora afloran en la zona las vulcanitas de ambiente continental correspondientes al grupo Calipuy, integrado por las formaciones Llama y Porcuya, en discordancia con la secuencia piroclástica de los Volcánicos Huambos,

suprayaciendo a las formaciones mencionadas los depósitos de origen glacial, fluvio-glacial, coluvial y aluvial.

La tectónica regional se enmarca dentro de la sub provincia tectónica Santa Cruz (Fase Quechua II), correspondiente a la evolución de los Andes, sector Norte, manifestada por un dominio combinado de esfuerzos tensionales y compresivos, en un sistema de fallas profundas y pliegues de alcance kilométrico que presentan un alineamiento tanto de los planos de desplazamiento de las fallas como de los ejes de los pliegues de dirección Noroeste-Sureste; asimismo, un sistema secundario de fallas de dirección Noreste-Suroeste del tipo inverso. En el contexto de las zonas mineralizadas, la geoestructura de mayor importancia es la caldera San Pedro, relacionados a los depósitos minerales.

1.4.4.2. Geomorfología

Localmente el área del proyecto se ubica al noroeste de la ciudad de Cajamarca. Su morfología actual es el resultado de la evolución geológico-estructural de esta parte de la cordillera occidental, aunado a los procesos de erosión y deposición ocurridos hasta la actualidad, en la que destaca la actividad glaciaria en toda el área; habiéndose distinguido las siguientes geoformas.

- Cadena de Cerros

Son conformadas por el alineamiento de rumbo Suroeste-Noreste cuyas cumbres son coronadas por afloramientos rocosos que configuran crestas abruptas y accidentadas.

Presentan laderas de pendiente moderada a suave con una cobertura reciente de espesor variado.

- **Valle Glaciar**

Se caracterizan por sus flancos asimétricos, de pendiente moderada a suave, fondo amplio, con colinas alargadas paralelas a la quebrada. En el fondo del valle se emplaza un extenso bofedal donde destacan pequeños cuerpos de agua distribuidos de manera escalonada. Los materiales que se exponen en las laderas y colinas, están constituidos principalmente por suelos residuales, morrénicos y coluviales, con pequeños afloramientos rocosos.

- **Laderas Rocosas**

Está conformado por afloramientos rocosos de andesitas y piroclástos con una escasa a nula cobertura de suelo orgánico.

- **Geología Local**

Localmente el área de estudio, se encuentra comprendida entre las zonas conocidas como San Pedro Sur (parte inferior) y Pampa Verde, proyectado sobre afloramientos de toba de cristales y brechas correspondientes a los Volcánicos Huambos y un cuerpo sub-volcánico de composición ácida a intermedia predominantemente dacítica, todas estas rocas correspondiente a la actividad volcánica del terciario inferior a superior. De estas rocas el pórfido dacítico presenta fuerte alteración argílica, lo cual reduce su resistencia de manera significativa y causa la inestabilidad de los taludes, como actividad reciente se tiene procesos de erosión de depósitos coluviales y aluviales, así como formación de suelos residuales.

1.4.4.3. Estratigrafía

La columna estratigráfica del área del proyecto comprende principalmente secuencias volcánicas del grupo Calipuy de edad miocena, que sobre yacen hacia el extremo noreste.

En general el Grupo Calipuy está conformado por conglomerados con clastos de naturaleza volcánica y sedimentaria, en la parte media se encuentran mayormente lavas de composición ácida a intermedia, con intercalaciones de limos y lutitas rojas, la parte superior está compuesta por niveles de tobas con intercalaciones de lavas. Coronando esta secuencia se presentan tobas ignimbríticas de los volcánicos Huambos.

En La Zanja ocurren tres etapas principales de actividad volcánica del tipo diatremaspiroclásticas con domos subaéreos en ambientes parcialmente lacustres. Inicialmente predominan las emisiones piroclásticas a partir de fisuras, brechas-pipe y/o diatremas, aparecen también los diques y domos andesítico-dacíticos, que configuran lineamientos kilométricos. A finales del ciclo eruptivo aparecen nuevamente chimeneas de brecha en asociación a zonas de intenso fracturamiento con alteración hidrotermal del tipo argílico avanzada y mineralización aurífera de alta fulguración.

- **Volcánicos Huambos**

En la zona de estudio se tiene afloramientos de tobas y brechas dacíticas de composición ácida que corresponden a la secuencia volcánica conocida como Volcánicos Huambos; además, estos volcánicos se caracterizan porque presentan una fuerte alteración hipógena del tipo argílica y también alteración supérgena por lo que presenta zonas bastante oxidadas, así también se observa la presencia de brechas de composición ácida en algunas zonas de la carretera.

- **Depósitos Recientes**

Cubriendo gran parte del área de estudio se presentan depósitos recientes, principalmente de naturaleza aluvial, coluvial y residual. Producto de la actividad antrópica, se

presentan también materiales de desmonte constituyendo las plataformas existentes.

1.4.4.4. Geología estructural

En el área de estudio el cuerpo volcánico se encuentra expuesto, afectado principalmente por una serie de fallas del tipo planar y de vuelco.

Con los trabajos de cartografiado e interpretación en campo ha permitido confeccionar un plano geológico-estructural y de zonificación, a lo largo de la carretera Pampa Verde, el mismo que se adjunta al presente informe. (Plano - 1202.10.06-102, 106)

En todos los cortes de la carretera se han observado tufos que corresponden a la secuencia volcánica conocida como Volcánico Huambos; asimismo, este volcánico se caracteriza por presentar una fuerte alteración hipógena del tipo argílico avanzado, argilizado y silicificado.

1.4.4.5. Riesgos Geológicos

Los procesos geodinámicos que afectan el área prevista para el corte de los taludes, están relacionados principalmente con fenómenos de meteorización y gelivación, que provocan las lluvias y cambios climáticos, mayormente en taludes de tendencia subvertical, de riesgo bajo a escala geotécnica.

- **Caída de Rocas.**

Básicamente en toda el área de la carretera se presenta riesgo de caídas de roca, debido a que el corte para la construcción de la carretera ha originado taludes de roca expuestos a los procesos geodinámicos externos.

Los riesgos de caída de rocas por debajo de estos taludes, son controlables mediante actuaciones antrópicas, que se traducen

en medidas preventivas de protección orientadas a mitigar los riesgos geológicos hacia las instalaciones a construir.

- **Inestabilidad de taludes**

La inestabilidad de taludes se dan a causa de fenómenos naturales en derrumbes, deslizamiento de suelos o desprendimientos de rocas que pueden afectar la superficie de rodadura de los caminos de acceso hacia las labores mineras, entre los principales elementos condicionantes de tales fenómenos podemos mencionar a la gravedad y la saturación del suelo con agua, lo cual modifica su factor de cohesión interna proporcionándole al suelo características plásticas o incluso en caso extremo, lo induce a adoptar un comportamiento líquido ante la influencia de la gravedad. Dado el tipo de material albergante identificado en la carretera Pampa Verde, se observa que varios frentes de la carretera carecen de bancos adecuados, ocasionando en algunos casos pendientes muy pronunciadas; vistas en las progresivas 3+800 - 4+400, puesto que esta zona predomina la presencia de afloramientos rocosos poco competentes y de alteración intensa.

- **Erosión Eólica.**

El riesgo de erosión eólica si bien es cierto no es muy determinante, los vientos causan constantes desprendimientos de material que se encuentra en los taludes de cumbres, algunos casos son solamente pequeñas masas de finos y en otros casos fragmentos de roca de regular dimensión que desencadenan en desprendimientos de rocas más grandes, en zonas donde el talud es muy empinado.

1.4.5. Mapeo Geológico – Geotécnico.

La carretera Pampa Verde geomorfológicamente, está localizada en los Andes occidentales del Norte del Perú, a 48 Km en línea recta al Noroeste de la ciudad de Cajamarca.

Comprende una vasta zona de alteración hidrotermal desarrollada principalmente alrededor de un centro volcánico denominado "Depresión San Pedro".

Como parte de la investigación geotécnica del presente estudio se realizó un mapeo geológico-geotécnico del área denominada carretera Pampa Verde; el mapeo geomecánico fue realizado utilizando el método directo por celdas de detalle en la roca expuesta, dichas investigaciones comprende la identificación de rasgos geológicos, identificación de unidades geotécnicas, además de la zonificación por resistencia geomecánica de sus unidades litológicas presentes en este sector, las cuales se muestran en los planos 1202.10.06-102 al 1202.10.06-105. El desarrollo del mapeo geológico-geotécnico nos permite obtener secciones representativas que muestran el desarrollo geológico sobre el talud, permitiéndonos modelar la estabilidad de los taludes de la carretera Pampa Verde.

En los Planos 1202.10.06-106, 1202.10.06-107 y 1202.10.06-108 se muestran las secciones representativas tomadas para el desarrollo geológico y análisis de estabilidad. Cabe indicar que las estaciones geomecánicas desarrolladas nos permitieron aprovecharlas como puntos de control estructural representados principalmente por las familias de juntas.

1.4.5.1. Unidades Geológicas Geotécnicas

El material que se extrae de las labores propias de conformación de la carretera Pampa Verde, corresponden unidades geotécnicas: Depósito Coluvial (Unidad Geotécnica I), Depósito Aluvional (Unidad Geotécnica II), Suelo Residual (Unidad

Geotécnica III), y Basamento Rocoso (Unidad Geotécnica IV). Estas unidades son descritas a continuación y presentadas en los planos 1202.10.06-102 al 1202.10.06-106

- **Deposito Coluvial (Unidad Geológica - Geotécnica I).**

Unidad geotécnica conformada por acumulaciones de material fragmentado al pie de las laderas o taludes naturales propios de los procesos erosivos, estos se ubican en varios sectores alrededor de la carretera Pampa Verde, cuya formación es producida por acción de la gravedad y de los agentes externos, se clasifican según SUCS como GC-GM, gravas arcillo limosas y arenas limo arcillosas con gravas, de plasticidad baja a media, con compacidad medianamente densa a muy densa, en condición húmeda y con poca presencia de bolonería y bloques aislados.

- **Deposito Aluvional (Unidad Geológica – Geotécnica II).**

Unidad geotécnica tiene como característica principal los procesos rápidos (deslizamientos) de arrastre por acción de la gravedad, se clasifican según SUCS como GC-GM, compuestas por gravas arcillo limosas y arenas limo arcillosas con gravas, de plasticidad baja a media, con compacidad medianamente densa a muy densa, condición y con presencia de bolonería y bloques aislados.

- **Suelo Residual (Unidad Geológica – Geotécnica III).**

Deposito que se originó y que continua en proceso de cambios, producto de la meteorización y/o alteración in situ, con la consiguiente pérdida de su estructura original (roca), se clasifican según SUCS como GM-CL-SM, compuestas por gravas arcillo limosas, arenas limo arcillosas con gravas y arenas limosas de plasticidad baja a media, con compacidad medianamente densa a muy densa, condición húmeda.

- **Basamento Rocoso (Unidad Geológica – Geotécnica IV).**

Durante las investigaciones geotécnicas se identificó la presencia del basamento rocoso a través del mapeo de la carretera. Esta unidad geotécnica es de gran interés para este estudio se clasificó en dos sub-unidades.

Roca Volcánica- Tufo Volcánico

Las secuencias volcánicas de composición dacita a riolita, se caracteriza por presentar resistencia mayores a R.2, meteorización moderada, condición húmeda; las juntas presentan una continuidad baja, apertura abierta, planos rugosos rellenos de óxidos y arcillas.

Aglomerado- Brecha Volcánica

Conformada por roca volcánica triturada con una matriz mineralizada y cementada. Se caracteriza por presentar resistencia R.3, meteorización ligera, condición de agua húmeda; las juntas presentan una continuidad baja, apertura abierta, y por tener planos rugosos rellenos de óxidos y arcillas.

1.4.6. Investigación Geotécnica de la Carretera.

1.4.6.1. Generalidades.

Anddes planificó la visita técnica de sus especialistas y un programa de investigación geotécnica de campo que consistió en un mapeo geológico geotécnico, ejecución de trincheras, ejecución de ensayos de martillo Schmidt y mapeo de afloramiento (estaciones geomecánicas) para identificar los materiales que conforman los taludes de suelo y roca, respectivamente, para ejecutar posteriormente ensayos de laboratorio en la ciudad de Lima. Las investigaciones

geotécnicas fueron complementadas con la información proporcionada por el cliente.

- **Trincheras.**

En el 2012 se desarrolló el programa de investigaciones de campo, en el cual Anddes realizó una evaluación de 45 trincheras en los taludes existentes y convenientemente ubicados y distribuidos dentro de todo el tramo del alineamiento de la carretera, con la finalidad de determinar y evaluar las condiciones geotécnicas de los materiales que conforman los taludes. En cada una de las trincheras se realizó una descripción detallada de los tipos de suelos y rocas encontrados. Posteriormente se tomaron muestras disturbadas representativas las cuales fueron identificadas y almacenadas en bolsas de plástico con la finalidad de no alterar su estado natural y efectuar posteriormente ensayos de caracterización física y mecánica en el laboratorio geotécnico.

La Tabla 1 presenta un resumen detallado de las trincheras ejecutadas en este estudio. Según se muestra la altura máxima del talud observado fue de 50,0 m. en cada una de ellas se realizó un perfil estratigráfico y muestreo de los diferentes tipos de materiales existentes.

Área	Trinchera	Coordenada UTM		Suelo Orgánico (m)	Nivel Agua (m)	Nivel Roca (m)	Altura del Talud (m)
		Norte	Este				
C a r r e t e r a P a m p a V e r d e	TR-LZ12-01	9 246 045	730 991	NR	ND	ND	10
	TR-LZ12-02	9 245 956	730 941	NR	ND	ND	22
	TR-LZ12-03	9 245 928	730 913	NR	ND	Superficial	22
	TR-LZ12-04	9 245 878	730 879	NR	ND	Superficial	15
	TR-LZ12-05	9 245 848	730 748	NR	ND	ND	30
	TR-LZ12-06	9 245 789	730 721	NR	ND	ND	10
	TR-LZ12-07	9 245 792	730 815	NR	ND	ND	5
	TR-LZ12-08	9 245 806	730 890	NR	ND	Superficial	4
	TR-LZ12-09	9 245 745	730 799	NR	ND	ND	5
	TR-LZ12-10	9 245 684	730 823	NR	ND	ND	6
	TR-LZ12-11	9 245 573	730 872	NR	ND	ND	10
	TR-LZ12-12	9 245 560	730 896	NR	ND	ND	3
	TR-LZ12-13	9 245 674	730 889	NR	ND	ND	40
	TR-LZ12-14	9 245 546	730 979	NR	ND	Superficial	15
	TR-LZ12-15	9 245 589	731 090	NR	ND	Superficial	25
	TR-LZ12-16	9 245 556	731 202	NR	ND	ND	40
	TR-LZ12-17	9 245 509	731 281	NR	ND	Superficial	40
	TR-LZ12-18	9 245 475	731 367	NR	ND	Superficial	40
	TR-LZ12-19	9 245 352	731 335	NR	ND	Superficial	20
	TR-LZ12-20	9 245 228	731 379	NR	ND	Superficial	40
	TR-LZ12-21	9 245 135	731 382	NR	ND	Superficial	30
	TR-LZ12-22	9 244 974	731 336	NR	ND	ND	20
	TR-LZ12-23	9 244 948	731 372	NR	ND	ND	10
	TR-LZ12-24	9 244 934	731 344	NR	ND	ND	5
	TR-LZ12-25	9 244 956	731 429	NR	ND	ND	5
	TR-LZ12-26	9 245 094	731 473	NR	ND	ND	10
	TR-LZ12-27	9 245 171	731 551	NR	ND	ND	5
	TR-LZ12-28	9 245 258	731 558	NR	ND	ND	4
	TR-LZ12-29	9 245 162	731 615	NR	ND	ND	6
	TR-LZ12-30	9 245 138	731 688	NR	ND	Superficial	30
	TR-LZ12-31	9 245 050	731 703	NR	ND	Superficial	20
	TR-LZ12-32	9 245 014	731 695	NR	ND	Superficial	50
	TR-LZ12-33	9 245 110	731 743	NR	ND	ND	15
	TR-LZ12-34	9 245 221	731 736	NR	ND	ND	10
	TR-LZ12-35	9 245 246	731 778	NR	ND	ND	4
	TR-LZ12-36	9 245 295	731 918	NR	ND	Superficial	16
	TR-LZ12-37	9 245 108	731 824	NR	ND	ND	18
	TR-LZ12-38	9 245 002	731 759	NR	ND	ND	18
	TR-LZ12-39	9 244 937	731 890	NR	ND	Superficial	15
	TR-LZ12-40	9 244 956	731 921	NR	ND	Superficial	8
	TR-LZ12-41	9 244 882	731 950	NR	ND	ND	20
	TR-LZ12-42	9 244 807	731 951	NR	ND	ND	4
	TR-LZ12-43	9 244 578	731 979	NR	ND	ND	16
	TR-LZ12-44	9 244 510	732 000	NR	ND	Superficial	15
	TR-LZ12-45	9 244 841	732 102	NR	ND	Superficial	5

Tabla 1: Trinchera

- **Ensayos en situ.**

Los ensayos con martillo Schmidt tipo L se realizaron en los mismos afloramientos donde se realizaron las estaciones geomecánicas, con el fin de complementar la caracterización del macizo rocoso. Se ejecutaron un total de 18 pruebas convenientemente ubicadas y distribuidas dentro del área de estudio.

Todas las pruebas fueron realizadas manualmente. La Tabla 2 presenta un resumen de las pruebas realizadas.

Progresiva Actual	Orientación del Martillo con respecto al talud	Valores Promedio de Rebote	Resistencia de Compresión Simple (Mpa)	Resistencia ISRM	Descripción
0+050	←	50.5	77	R4	Roca resistente
0+420	↙	45.4	75	R4	Roca resistente
1+020	↙	30.0	38	R3	Roca medianamente resistente
2+040		32.7	44	R3	Roca medianamente resistente
2+230	↙	19.7	24	R2	Roca frágil
2+460 - 3	←	19.6	17	R2	Roca frágil
2+460 - 2	↙	24.4	29	R3	Roca medianamente resistente
2+460 - 1	↙	28.1	35	R3	Roca medianamente resistente
3+120	↙	16.1	20	R2	Roca frágil
3+500	↙	19.4	23	R2	Roca frágil
3+860	↗	23.0	21	R2	Roca frágil
3+950	↙	29.0	36	R3	Roca medianamente resistente
4+100	↙	232.3	28	R3	Roca medianamente resistente
4+330	↙	30.6	39	R3	Roca medianamente resistente
4+700	↙	33.3	44	R3	Roca medianamente resistente
5+080	↙	14.9	19	R2	Roca frágil
5+500	←	22.6	19	R2	Roca frágil
5+700	↙	32.9	34	R3	Roca medianamente resistente

Tabla 2: Ensayo en situ

- **Estaciones Geomecánicas.**

Los mapeos geotécnicos de afloramientos rocosos superficiales y de los cortes existentes en la carretera, se llevaron a cabo utilizando el método directo de celdas de detalle, mediante este método se realizaron mediciones de las principales discontinuidades presentes en los afloramientos, incluida la orientación, la longitud máxima y el espaciamiento promedio. Las 19 estaciones identificadas en el talud de la carretera se muestran en los planos 1202.10.06-102 al 1202.10.06-105; además, se presentan las rosetas de las principales familias.

Esta información es útil para definir las condiciones geomecánicas superficiales y poder realizar la zonificación geomecánica del mismo. El resume de la estaciones se muestra en la Tabla 3

Estación	Coordenada UTM (m)		Litología
	Norte	Este	
EG-LZ12-01	9 245 966	730 941	Aglomerado
EG-LZ12-02	9 245 935	730 920	Aglomerado
EG-LZ12-03	9 245 799	730 831	Tufo Volcánico
EG-LZ12-04	9 245 583	731 099	Residual
EG-LZ12-05	9 245 843	730 763	Tufo Volcánico
EG-LZ12-06	9 245 465	731 362	Tufo Volcánico
EG-LZ12-07	9 245 294	731 324	Tufo Volcánico
EG-LZ12-08	9 245 587	730 910	Tufo Volcánico
EG-LZ12-09	9 245 024	731 694	Tufo Volcánico
EG-LZ12-10	9 245 023	731 710	Tufo Volcánico
EG-LZ12-11	9 245 006	731 703	Tufo Volcánico
EG-LZ12-12	9 245 253	731 785	Tufo Volcánico
EG-LZ12-13	9 245 291	731 868	Tufo Volcánico
EG-LZ12-14	9 244 945	731 898	Tufo Volcánico
EG-LZ12-15	9 244 962	731 931	Tufo Volcánico
EG-LZ12-16	9 245 846	730 847	Aglomerado
EG-LZ12-17	9 245 575	731 128	Tufo Volcánico
EG-LZ12-18	9 245 422	731 369	Tufo Volcánico
EG-LZ12-19	9 245 214	731 371	Tufo Volcánico

Tabla 3: Estaciones geomecánica

- **Ensayos de Laboratorio.**

Durante el desarrollo de la exploración geotécnica de campo se obtuvieron muestras representativas de los diferentes tramos evaluados de la carretera mediante las trincheras, algunas de las cuales fueron seleccionadas con la finalidad de llevar a cabo ensayos de mecánica de suelos y ensayos de resistencia a la carga puntual, para determinar los parámetros geotécnicos de los materiales que conforman los taludes.

Los ensayos de caracterización física y mecánica fueron realizados en el laboratorio geotécnico de Anddes, en caso de realizarse ensayos de compresión no confinada en roca se realizó en el laboratorio de mecánica de rocas de la Universidad Nacional de Ingeniería, ambos laboratorios con sede en la ciudad de Lima.

Los ensayos de laboratorio fueron llevados a cabo siguiendo los procedimientos recomendados según las versiones actualizadas de los métodos de ensayo de la Sociedad Norteamericana de Ensayos y Materiales (ASTM).

A continuación se presenta la descripción de los ensayos realizados y algunos comentarios de los resultados obtenidos.

Ensayos Índice de Mecánica de Suelos

En las muestras obtenidas de las investigaciones de campo, se llevaron a cabo ensayos estándar de laboratorio con fines de identificación y clasificación según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). Las propiedades índices de los suelos ensayados se resumen en la Tabla 4 en términos de granulometría, límite de plasticidad y contenido

de humedad. Las normas correspondientes que rigen estos ensayos para clasificar muestras de suelo son:

- Análisis granulométrico por tamizado e hidrómetro, NTP 339.128 / ASTM D-422.
- Límite líquido y límite plástico, NTP 339.129 / ASTM D-4318.
- Contenido de humedad, NTP 339.127 / ASTM D-2216.

Área	Calicata	Muestra	Clasif. SUCS	Granulometría		Finos (%)	LL (%)	IP (%)	Cont. Hum. (%)
				Grava (%)	Arena (%)				
Carretera Pampa Verde	TR-LZ12-01	M-1	ML	1,1	26,0	73,0	44	14	30,1
	TR-LZ12-05	M-1	SC	24,8	40,5	34,7	41	21	14,4
	TR-LZ12-10	M-1	SC	30,9	37,9	31,2	38	16	17,9
	TR-LZ12-13	M-1	SC	3,2	47,8	49,1	36	21	13,4
	TR-LZ12-22	M-1	SC	0,3	60,9	38,8	32	9	22,7
	TR-LZ12-24	M-1	ML	0,0	27,8	72,2	42	11	25,7
	TR-LZ12-25	M-1	ML	0,1	39,5	60,4	40	11	25,6
	TR-LZ12-27	M-1	ML	0,0	40,7	59,3	37	8	28,6
	TR-LZ12-28	M-1	ML	0,2	39,1	60,7	38	12	18,4
	TR-LZ12-33	M-1	SM	22,9	47,3	29,8	39	11	14,0
	TR-LZ12-37	M-1	SM	1,2	53,8	45,1	35	8	25,8
	TR-LZ12-38	M-1	GC	59,1	23,8	17,1	26	8	5,2

Tabla 4: Ensayos de mecánica de suelos

Ensayo de Compresión Triaxial No Consolidado No Drenado (UU)

Se realizaron ensayos de compresión triaxial no consolidado no drenado (UU). Estos ensayos fueron realizados en muestras extraídas de los taludes, re moldeadas a la densidad natural y utilizados para modelar el material del talud de corte. Los ensayos fueron ejecutados según los procedimientos indicados en las normas ASTM D-4767. Un resumen de los resultados de estos ensayos se presenta en la tabla 5

Trinchera/Muestra	Prof. (m)	Clasif. SUCS	Dens. Seca (g/cm ³)	Cont. Hum. (%)	Esfuerzos Totales	
					c(Kpa)	Ø (o)
TR-LZ12-05	Superficial	SC	1,70	16,3	51,0	5,6
TR-LZ12-13	Superficial	SC	1,70	15,9	41,0	6,0
TR-LZ12-24	Superficial	ML	1,40	22,0	78,0	28,1
TR-LZ12-27	Superficial	ML	1,40	26,4	44,0	18,4
TR-LZ12-28	Superficial	ML	1,65	27,0	63,0	2,2

Tabla 5: Ensayo de Compresión Triaxial No Consolidado No Drenado (UU)

Ensayos de Carga Puntual

Se realizaron ensayos de carga puntual en muestras de roca de las trincheras con la finalidad de obtener su resistencia a la compresión simple. Este ensayo sigue los procedimientos de la norma ASTM D-5731 y los resultados se presentan en la Tabla 6 en términos de la resistencia a la compresión no confinada y del índice de carga puntual.

Ubicación	Trinchera/Muestra	Prof. (m)	Litología	Resistencia		Grado de Dureza
				Is(50) (Mpa)	Ø(o) (Mpa)	
Carretera	TR-LZ12-03	Superficial	Aglomerado	5,75	138	R5
Pampa Verde	TR-LZ12-14	Superficial	Residual	0,59	14	R2

Tabla 6: Ensayos de carga de punta

Ensayos de Compresión Simple (Compresión no Confinada)

Se realizaron ensayos de compresión simple en muestras de roca recogidas de las trincheras ejecutadas en la carretera Pampa Verde. Este ensayo trata de la aplicación gradual de una fuerza axial a la muestra de roca, hasta que se produce su rotura permitiendo determinar la resistencia a la compresión simple, σ_c . En la Tabla 7 se muestra los resultados de compresión simple no confinada.

Ubicación	Trinchera/ Muestra	Prof. (m)	Litología	Resistencia Øo (Mpa)	Grado de Dureza
Carretera Pampa Verde	TR-LZ12-02	Superficial	Aglomerado	10,59	R2
	TR-LZ12-03	Superficial	Aglomerado	11,38	R2
	TR-LZ12-17	Superficial	Tufo Volcánico	10,10	R2
	TR-LZ12-18	Superficial	Tufo Volcánico	19,24	R2

Tabla 7: Ensayos de Compresión Simple (Compresión no Confinada)

Ensayo de Corte Directo

Se realizó un ensayo de corte en una muestra de roca, siguiendo el procedimiento de la norma ASTM D-5607. En la Tabla 8 se muestra los resultados del ensayo de corte directo.

Ubicación	Trinchera/ Muestra	Prof. (m)	Litología	Ángulo de Fricción (o)	Cohesión (Mpa)
Carretera Pampa Verde	TR-LZ12-18	Superficial	Tufo Volcánico	24,6	0,099

Tabla 8: Ensayo de Corte Directo

- **Caracterización Geomecánica del Macizo Rocoso.**

A partir de los registros de las estaciones geomecánicas realizadas a lo largo de todo el alineamiento de la carretera Pampa Verde, y complementados con resultados de los ensayos de laboratorio, se ha realizado la caracterización de los taludes del macizo rocoso siguiendo el Sistema de Clasificación Geomecánica RMR (Rock Mass Rating) desarrollado por Bieniawski. En los tramos donde los macizos rocosos son de mala calidad se ha utilizado el sistema GSI (Geological Strength Index) para evaluar la calidad del macizo rocoso en función del grado de fracturamiento y las características de la fractura.

Para obtener las propiedades relevantes tales como el valor del RQD, la resistencia de la roca intacta, el grado de meteorización, el grado de fracturamiento, y la condición de las discontinuidades se siguieron las recomendaciones del ISRM (International Society of Rock Mechanics).

Los parámetros anteriores fueron utilizados para determinar la valoración del macizo rocoso según el sistema RMR (Rock Mass Rating) desarrollado por Bieniawski (1989). Este sistema de clasificación considera 5 parámetros relacionados con la condición de la roca intacta y la calidad del macizo rocoso, asignando una valoración o puntaje a cada uno de dichos parámetros. Estos puntajes son sumados para obtener una valoración de la calidad del macizo rocoso (RMR básico). Los parámetros utilizados son:

- Resistencia de la roca intacta, obtenida a partir del índice de resistencia a la carga puntual o de la resistencia a la compresión uniaxial.
- Calidad del testigo de perforación, RQD.
- Espaciamiento de las discontinuidades.
- Condición de las discontinuidades (persistencia, abertura, rugosidad, relleno y meteorización).
- Condición del agua subterránea.

La resistencia de la roca ha sido estimada durante el registro geotécnico mediante apreciación con el martillo de geólogo (Martillo Schmidt o Esclerómetro); sin embargo, los ensayos de resistencia a la carga puntual, han servido para calibrar los valores reportados. Finalmente, para el parámetro correspondiente a la condición del agua subterránea se ha asumido que el macizo rocoso se encuentra en una condición húmeda.

Estructura	Estación Geomecánica	Litología	RMR básico
Carretera Pampa Verde	EG-LZ12-01	Aglomerado	52
	EG-LZ12-02	Aglomerado	41
	EG-LZ12-03	Tufo volcánico	41
	EG-LZ12-04	Tufo volcánico	52
	EG-LZ12-05	Tufo volcánico	54
	EG-LZ12-06	Tufo volcánico	47
	EG-LZ12-07	Tufo volcánico	43
	EG-LZ12-08	Tufo volcánico	54
	EG-LZ12-09	Tufo volcánico	52
	EG-LZ12-10	Tufo volcánico	54
	EG-LZ12-11	Tufo volcánico	49
	EG-LZ12-12	Tufo volcánico	60
	EG-LZ12-13	Tufo volcánico	55
	EG-LZ12-14	Tufo volcánico	54
	EG-LZ12-15	Tufo volcánico	54
	EG-LZ12-16	Aglomerado	52
	EG-LZ12-17	Tufo volcánico	55
	EG-LZ12-18	Tufo volcánico	54
	EG-LZ12-19	Tufo volcánico	52

Tabla 9: Valores de RMR de las Estaciones Geomecánicas

1.4.7. Evaluación Geotécnica de Talud.

1.4.7.1. Evaluación Geomecánica.

- Dureza o Resistencia.

De acuerdo a los datos recogidos de las trincheras, estaciones geomecánicas, ensayos de Martillo Schmidt y ensayos de laboratorio (como carga puntual, compresión no confinada y corte directo) se pudo definir que las rocas que representarán el modelo geomecánico de acuerdo a su alteración poseen las durezas indicadas en la Tabla 10

Litología	Resistencia a la Compresión No Confinada (Mpa)
Tufo volcánico	10,0
Aglomerado	11,0

Tabla 10: Resistencia a la compresión

- **Grado de Fracturamiento.**

Las estaciones geomecánicas y registro de trincheras presentan una gran variabilidad en el grado de fracturamiento, el cual puede tener un impacto muy importante en el diseño de bancos y taludes de la carretera.

En macizos rocosos altamente fracturados ($RQD < 50$), las estructuras generalmente tienen un impacto menor en la cara inclinada del banco. Sin embargo, la resistencia y calidad general del macizo se verá reducida, lo cual tiene un impacto significativo en el diseño del ángulo del talud. Por esta razón, en este caso se prefirió confeccionar un modelo de la dureza de los materiales.

- **Parámetro Geomecánico de las discontinuidades.**

Las discontinuidades se evaluaron durante los trabajos de caracterización litológica y estructural del macizo rocoso superficial, así como también de las estaciones geomecánicas y registro de trincheras. La evaluación desarrollada, con apoyo del software Rocdata 3.0, expresa cuantitativamente los efectos, en términos de resistencia que proporcionan las juntas existentes en los taludes con contenidos de óxidos y arcilla. De acuerdo a las referencias existentes y de los registros realizados en campo se pudo definir los siguientes parámetros para las discontinuidades a nivel de superficie mostrados en la Tabla 11

JRC (Barton Brandis)	Ángulo de Fricción Residual	Parámetros Mohr Coulomb	
		$\phi(o)$	Cohesión (kPa)
7	25,5	23	31

Tabla 11: Parámetro geomecánico

- **RMR y RMS.**

A partir de los registros geotécnicos realizados en el presente estudio, y de los ensayos de laboratorio de Mecánica de Rocas, se ha efectuado la caracterización del macizo rocoso de los taludes de

la carretera Pampa Verde, siguiendo el sistema de clasificación geomecánica (RMR).

Con el objetivo de determinar la calidad del macizo rocoso de la carretera Pampa Verde se realizó un registro geomecánico de las estaciones geomecánicas. Para la elaboración de este registro se siguieron las recomendaciones del ISRM (International Society of Rock Mechanics), a fin de obtener los parámetros relevantes tales como: RQD, resistencia de la roca intacta, grado de meteorización, grado de fracturamiento y condición de las discontinuidades. Para propósitos de caracterización geotécnica, se considera que las rocas que presentan una calidad muy mala y dureza menor a R2, son suelos residuales.

Los parámetros anteriores fueron utilizados para la valoración del macizo rocoso según el sistema RMR (Rock Mass Rating), desarrollado por Bieniawski (1989). Este sistema de clasificación considera 5 parámetros relacionados con la condición de roca intacta y la calidad del macizo rocoso, asignando una valoración o puntaje a cada uno de dichos parámetros. Estos puntajes son sumados para obtener una valoración de la calidad del macizo rocoso (RMR básico).

La clasificación geomecánica de los taludes rocosos se llevó a cabo a través de los criterios de Romana (1985) considerando la proyección estereográfica desarrollada mediante el software Dips 6.0 y los valores obtenidos del RMR básico. Esta clasificación geomecánica (SMR) propuesta por Romana es obtenida de la adición de una serie de factores al índice RMR básico, estos factores son tomados de la relación geométrica existente entre la discontinuidad y el talud, del tipo de rotura cinemáticamente compatible con el sistema discontinuidad-talud (buzamiento de la discontinuidad y buzamiento relativo entre las discontinuidades y el talud), así como del método de excavación empleado.

La Tabla 12 resume los valores promedio del SMR. El ajuste indicado se hace mediante un análisis estereográfico.

Ubicación	Estación Geomecánica	Progresiva	RMR Básico Promedio	SMR (*)	Calidad de la Roca (**)
Carretera Pampa Verde	EG-LZ12-01	5+560	52	46	Roca regular
	EG-LZ12-02	5+520	41	16	Roca muy mala
	EG-LZ12-03	5+140	41	35	Roca mala
	EG-LZ12-04	4+420	52	27	Roca mala
	EG-LZ12-05	4+420-2	54	29	Roca mala
	EG-LZ12-06	4+090	47	22	Roca mala
	EG-LZ12-07	3+910	43	18	Roca muy mala
	EG-LZ12-08	4+770	54	29	Roca mala
	EG-LZ12-09	2+440	52	27	Roca mala
	EG-LZ12-10	2+420	54	29	Roca mala
	EG-LZ12-11	2+430	49	24	Roca mala
	EG-LZ12-12	2+140	60	54	Roca regular
	EG-LZ12-13	2+050	55	49	Roca regular
	EG-LZ12-14	1+000	54	48	Roca regular
	EG-LZ12-15	0+930	54	48	Roca regular
	EG-LZ12-16	5+390	52	46	Roca regular
	EG-LZ12-17	4+380	55	30	Roca mala
	EG-LZ12-18	4+040	54	29	Roca mala
	EG-LZ12-19	3+800	52	27	Roca mala

Tabla 12: Resume los valores promedio del SMR

- **GSI (Índice Geológico de la Resistencia).**

Como parte de los parámetros que integran algunos modelos constitutivos de resistencia de la roca, se encuentra el llamado GSI. Este valor puede ser directamente calculado del RMR mediante la correlación siguiente.

$$GSI = RMR - 5$$

Las consideraciones del RMR a tomar para la correlación indicada son las siguientes:

- El RMR a tomar debe ser basado en el de Bieniawski de 1989.
- El RMR no debe ser ajustado por discontinuidades.

- El RMR calculado debe ser en base a una condición seca por lo que en el puntaje del RMR relacionado a condición de agua se debe tomar el valor más alto.

Los valores de GSI calculados se presentan en la Tabla 13.

Estructura	Estación Geomecánica	Litología	RMR básico	GSI
Carretera Pampa Verde	EG-LZ12-01	Aglomerado	52	47
	EG-LZ12-02	Aglomerado	41	36
	EG-LZ12-03	Tufo volcánico	41	36
	EG-LZ12-04	Tufo volcánico	52	47
	EG-LZ12-05	Tufo volcánico	54	49
	EG-LZ12-06	Tufo volcánico	47	42
	EG-LZ12-07	Tufo volcánico	43	38
	EG-LZ12-08	Tufo volcánico	54	49
	EG-LZ12-09	Tufo volcánico	52	47
	EG-LZ12-10	Tufo volcánico	54	49
	EG-LZ12-11	Tufo volcánico	49	44
	EG-LZ12-12	Tufo volcánico	60	55
	EG-LZ12-13	Tufo volcánico	55	50
	EG-LZ12-14	Tufo volcánico	54	49
	EG-LZ12-15	Tufo volcánico	54	49
	EG-LZ12-16	Aglomerado	52	47
	EG-LZ12-17	Tufo volcánico	55	50
	EG-LZ12-18	Tufo volcánico	54	49
	EG-LZ12-19	Tufo volcánico	52	47

Tabla 13: Valores de GSI

- **Definición de Familias de Discontinuidades e Identificación de Fallas Potenciales.**

La proyección estereográfica de las discontinuidades presentes en los taludes del macizo rocoso han sido determinadas con el programa de cómputo DIPS. En el análisis estereográfico representa de manera gráfica las discontinuidades agrupándolas en grupos o familias principales para luego determinar el tipo de mecanismo de falla más probable de ocurrencia en el talud. Del análisis que se realiza en el macizo rocoso se puede identificar los siguientes tipos de falla listados en la Tabla 14.

Estación Geomecánica	Dirección de Buzamiento/ Buzamiento del Talud	Familias Principales (Dirección de Buzamiento / Buzamiento)	Familias que producen Fallas		
			Falla planar	Falla por Cuña	Falla por Vuelco
EG-LZ12-01	225° /75°	1(175° /64°) 2(299° /57°) 3(197° /75°) 4(30° /52°) 5(25° /75°)	-	-	4,5
EG-LZ12-02	235° /65°	1(310° /62°) 2(215° /51°) 3(183° /50°) 4(283° /67°)	2	-	3,4
EG-LZ12-03	70° /60°	1(97° /68°) 2(200° /70°) 3(155° /39°)	-	-	-
EG-LZ12-04	90° /65°	1(312° /16°) 2(58° /36°) 3(317° /41°) 4(300° /60°)	-	-	-
EG-LZ12-05	95° /65°	1(24° /18°) 2(13° /50°) 3(300° /82°)	-	-	-
EG-LZ12-06	150° /70°	1(7° /54°) 2(40° /43°) 3(50° /60°) 4(32° /60°)	-	-	1, 2, 3, 4
EG-LZ12-07	190° /60°	1(306° /18°) 2(305° /65°)	1	-	-
EG-LZ12-08	240° /85°	1(76° /48°) 2(73° /25°)	-	-	-
EG-LZ12-09	60° /65°	1(278° /38°)	-	-	1
EG-LZ12-10	60° /70°	1(27° /50°)	-	-	-
EG-LZ12-11	60° /70°	1(270° /41°) 2(301° /48°)	-	-	1
EG-LZ12-12	75° /65°	1(281° /23°) 2(312° /36°)	-	-	1
EG-LZ12-13	150° /65°	1(289° /47°) 2(193° /75°)	-	-	-
EG-LZ12-14	355° /65°	1(83° /337°) 2(80° /55°) 3(84° /95°)	-	-	-
EG-LZ12-15	170° /65°	1(50° /78°) 2(319° /72°) 3(267° /45°) 4(228° /75°)	-	-	-
EG-LZ12-16	250° /65°	1(191° /61°)	-	-	-
EG-LZ12-17	120° /80°	1(317° /71°) 2(290° /72°)	-	-	1,2
EG-LZ12-18	180° /80°	1(35° /70°) 2(135° /35°)	-	-	1
EG-LZ12-19	180° /75°	1(56° /12°) 2(358° /75°)	-	-	2

Tabla 14: Tipos de falla

- **Evaluación de la estabilidad actual de los taludes.**

Durante la realización de la investigación geotécnica se realizó un registro de trincheras en los taludes de corte de la carretera, esta información fue recopilada y partir de ella se pudo definir el estado actual por progresiva, así como también definir las secciones críticas.

- **Modelo Geotécnico en la estabilidad de los taludes.**

Las condiciones de contorno del modelo, han sido obtenidas en función a la topografía, investigaciones geotécnicas y geología local.

La caracterización de los materiales que conforman el modelo geotécnico, ha sido obtenida en base a los ensayos de campo y laboratorio. Las características técnicas del material de relleno, gavión, geomallas, pernos de anclajes y cimentación se describen en el capítulo 1.4.8 del presente informe.

1.4.8. Análisis Geotécnico.

En este capítulo se presenta la descripción de las propiedades de los materiales a utilizar en el modelamiento geotécnico, evaluación de los sistemas de estabilidad propuestos y los análisis de estabilidad de taludes. Los análisis de estabilidad de taludes se centrarán en las zonas críticas establecidas por los especialistas, en este caso ANDDES, quien se enfocó en zonas inestables que han tenido fallas pero de poco volumen.

1.4.8.1. Definición de los Parámetros Geotécnicos.

A continuación se discute los parámetros geotécnicos designados a los materiales que fueron utilizados en el presente estudio, los cuales han sido obtenidos de acuerdo a las investigaciones geotécnicas de campo, ensayos de laboratorio, de análisis de regresión de taludes ya fallados y de la experiencia de los profesionales de Anddes en situaciones similares.

Suelo Coluvial

Las investigaciones geotécnicas realizadas mediante la excavación de trincheras y mapeo geológico-geotécnico determinaron la existencia de depósitos coluviales en diferentes tramos de la carretera Pampa Verde, clasificados en su mayoría, según el sistema SUCS, como SC y SM constituidos por arena arcillosa y arena limosa, su plasticidad varía de media a alta, de compacidad medianamente densa. Este material presenta una granulometría media a fina, los resultados de clasificación indican que estos materiales poseen características granulométricas de 3% de grava, 47% de arena, y 49% de finos. Cabe recalcar que estos suelos tienen una disposición superficial, se encuentran en zonas mayormente estables y no presentan gran potencia; el espesor promedio de estos materiales es de 3.0 m, y descansan sobre el pie de los taludes. Debido a que gran parte de este suelo se ubica al pie de los taludes, producto de deslizamientos, se recomendó el retiro de este material en las zonas donde pueda perjudicar la estabilidad del talud y libre tránsito de la carretera. Para los sectores críticos analizados que involucran la presencia de este material se ha considerado los parámetros de resistencia no drenada obtenidos del ensayo triaxial no consolidado - no drenado. De acuerdo a estos resultados, se adoptó un valor conservador de resistencia al depósito coluvial, considerando un ángulo de fricción interna de 6° y una cohesión de 40 kPa, estos valores de resistencia aumentan con el grado de compacidad que posee el talud internamente. Se consideró un peso específico de 18,0 kN/m³.

Suelo Aluvional

En el mapeo geológico-geotécnico realizado en el área de estudio se determinó la existencia de depósitos de naturaleza aluvional, estos materiales han sido erosionados y depositados en las quebradas existentes en algunos tramos de la carretera Pampa Verde. Se clasifican según SUCS como GC (grava arcillosa) y GM (grava

limosa), con granulometría gruesa, con 59% de grava, 24% de arena y 17% de finos. Se ha considerado conservadoramente un ángulo de fricción interna de 28° y una cohesión nula. Se consideró un peso específico de $18,0 \text{ kN/m}^3$.

Relleno Antrópico

El material de relleno antrópico el cual se ubica en algunos tramos de la carretera se encuentra compuesto generalmente de un material areno arcilloso. Este material presenta una granulometría fina, que contiene de 25% de grava, 40% de arena y 35% de finos, con un índice de plasticidad de 21% y de acuerdo al sistema SUCS clasifica como SC.

Se ha considerado conservadoramente un ángulo de fricción interna de 5° y una cohesión de 50 KPa, además un peso específico de $20,0 \text{ kN/m}^3$.

Relleno Estructural

El material de relleno estructural a emplearse para el desarrollo de los muros de suelo reforzado propuestos como medida de estabilidad en algunas zonas críticas será de material aluvional y del relleno antrópico clasificado adecuadamente. Este material se encuentra ubicado en algunas zonas a lo largo de carretera pampa verde. Se ha considerado conservadoramente un ángulo de fricción interna de 30° y cohesión nula. Se consideró un peso específico de $18,0 \text{ kN/m}^3$.

Suelo Residual

Los suelos residuales han sido encontrados en diferentes tramos del alineamiento de la carretera, este material presenta una granulometría fina, que contiene de 0% de grava, 28% a 41% de arena y de 59% a 72% de finos, con un índice de plasticidad de 8% a 12% y de acuerdo al sistema SUCS clasifica como ML. Con la finalidad de obtener las propiedades de resistencia del material en

las condiciones más representativas y asumiendo el comportamiento de este material en épocas de lluvia, se desarrollaron ensayos de resistencia no consolidada-no drenada (UU). De acuerdo a esta información, se estima para los análisis de estabilidad en suelos residuales un ángulo de fricción de 0° y cohesión 65 KPa asumiendo un peso específico de $20,0 \text{ kN/m}^3$ en la mayoría de sectores en estudio. En el sector comprendido entre las progresivas 5+260 al 5+350 presenta un suelo residual compuesto de un tufo volcánico con menor grado de meteorización que en las demás zonas en estudio, es por ello que sobre este sector se realizó un retro-análisis con la finalidad de poder estimar de manera óptima los valores de resistencia para este material. Se estima que para este sector el valor de ángulo de fricciones de 32° de y cohesión de 150 KPa.

Tufo volcánico

A través del mapeo geológico-geotécnico se pudo caracterizar el afloramiento rocoso del tipo dacítico. Este afloramiento se caracteriza por presentar una matriz de grano fino, débil (R2.0), moderadamente meteorizada y medianamente fracturada, según la Tabla 13 el valor de RMR varía de 41 a 60, y el valor de GSI varía de 36 a 55. Se considera un valor de m_i de 20 a 30, y un peso específico de 24 kN/m^3 . La resistencia de la roca se ha obtenido indirectamente del valor del RMR, los valores obtenidos del ensayo de campo con el esclerómetro y del resultado de compresión uniaxial no confinada.

Aglomerado

Durante el mapeo geológico-geotécnico de la zona de estudio se identificó a lo largo de la carretera la presencia de afloramientos rocosos del tipo aglomerado.

A continuación se describe brevemente las características de este afloramiento:

El aglomerado se caracteriza por presentar una matriz de grano fino, muy débil a dura (R2.0 a R3.0), moderadamente meteorizada a altamente meteorizada con presencia aislada de óxidos. Según la Tabla 13 el valor del GSI varía de 36 a 47 y el valor de RMR varía de 41 a 52, según estas clasificaciones el aglomerado presenta una clase regular. Se considera un valor de “mi” de 19, y un peso específico de 24 kN/m³. La resistencia de la roca se ha obtenido indirectamente del valor del RMR, los valores obtenidos del ensayo de campo con el esclerómetro, de los resultado de compresión uniaxial no confinada y de carga puntual. Para evaluar los parámetros de resistencia de los macizos rocosos en las zonas críticas se utilizó el programa de cómputo RocLab versión 1.032, tomando como datos de entrada los valores de GSI antes mencionados; los valores de “mi” se han obtenido siguiendo la sugerencia de Brown, mientras que en todos los casos se ha considerado un factor de disturbancia de 0,7. El análisis se realizó para cada tramo crítico identificado durante la visita de campo y para cada afloramiento rocoso.

Resumen de Parámetros

En general, para la ejecución de los análisis de estabilidad, las propiedades de resistencia de los materiales ensayados han sido consideradas apropiadamente para tomar en cuenta la variabilidad de los mismos y otros tipos de incertidumbre relacionadas a la representatividad de las muestras, cargas de construcción, condiciones operativas, entre otros. En la Tabla 15 se resumen las propiedades de los suelos asumidos.

Material	γ total (KN/m ³)	γ sat (KN/m ³)	c (Kpa)	ϕ (°)
Coluvial	18	19	40	6
Aluvial	18	19	0	28
Rellelno estructural	18	19	0	30
Residual	17	20	65	0

Tabla 15: Resumen las propiedades de los suelos asumidos

Abreviaturas:

γ Total: Peso específico total del suelo.

γ Sat: Peso específico saturado del suelo.

c: Cohesión.

ϕ : Ángulo de fricción interna del suelo.

En lo que corresponde al macizo rocoso, la caracterización geotécnica de estos materiales depende del tipo de alteración, fracturamiento, y resistencia que cada basamento pueda tener en distintos tramos de la carretera. Teniendo en cuenta esto, se ha tomado en cuenta el criterio de rotura de Hoek-Brown y los valores mostrados en la Tabla 16.

Litología	Progresiva Analizada	γ total (KN/m ³)	γ total (KN/m ³)	Criterio de Hoek Brown Generalizado			
				σ_c (Mpa)	GSI	m_i	D
Aglomerado	5+ 560 - 5+350	23	24	11	35	19	0,7
Tufo Volcánico	2+ 040 - 2+260	23	24	10	33	20	0,7
	2+ 380 - 2+480						
	3+ 770 - 3+890						
	3+ 890 + 3+940						
	3+ 940 - 4+220						

Tabla 16: Criterio de rotura de Hoek-Brown

Abreviaturas

γ total: Peso específico total del suelo.

γ sat: Peso específico saturado del suelo.

GSI: Índice de resistencia geológica.

m_i : Valor de la roca intacta.

D: Factor de disturbancia.

Las geomallas empleadas como sistema de refuerzo en los taludes de suelo reforzado son materiales bi-dimensionales compuesto de poliéster de alta densidad. Para el desarrollo del muro de suelo reforzado propuesto se emplearon geomallas uniaxiales (mono-orientadas) de 120 KN/m. En la tabla 17 se observa los parámetros requeridos para el análisis de estabilidad.

Material	T_u (KN/m)	$FR_{CR} - FR_{CBD} - FR_{ID}$	T_{adm} (KN/m)	δ (°)	ζ (Kpa)
Geomalla	120	2,0	60	21	0

Tabla 17: Parámetros requeridos para el análisis de estabilidad

Abreviaturas:

T_u : Esfuerzo de tensión último.

FR_{CR} : Factor de reducción debido al fenómeno de fluencia o "creep" (Koerner, 2005, Sang-SikYeo 2007).

FR_{CBD} : Factor de reducción debido a degradación química y biológica (Koerner, 2005).

FR_{ID} : Factor de reducción debido a daños de instalación (Koerner, 2005).

T_{adm} : Esfuerzo de tensión admisible.

δ : Ángulo de interacción suelo-geomalla.

ζ : Adhesión de la interface suelo-geomalla.

El ángulo de fricción de la interface suelo-geomalla tomando en consideración las recomendaciones de Federal Highway Administration (FHWA, 1998) viene dado por las siguientes ecuaciones.

$$F_{\phi} = F_q \cdot \alpha \beta + \tan \delta \quad (\text{Ec. 1})$$

$$F_{\phi} = 2/3 \cdot \tan \phi \quad (\text{Ec. 2})$$

Abreviaturas:

F^* : Factor de resistencia al arrancamiento (pullout).

F_q : Factor de capacidad de soporte de empotramiento.

$\alpha\beta$: factor de soporte para la resistencia pasiva, basado en el espesor por unidad de ancho de la geomalla.

Φ : Angulo de fricción interno del suelo de relleno.

Debido a que el valor del factor de soporte para la resistencia pasiva ($\alpha\beta$) tiende a ser un valor muy bajo, se considerará conservadoramente que el producto de los factores de capacidad de soporte de empotramiento (F_q) y de soporte para la resistencia pasiva ($\alpha\beta$) será igual a cero, por lo tanto la ecuación (1) queda reducida a la ecuación (3) dependiendo directamente del ángulo de interacción suelo-geomalla.

$$F_q = \tan \delta \quad (\text{Ec. 3})$$

La adhesión de la interface suelo-geomalla está determinado por la longitud empotrada del refuerzo detrás de la zona de falla y por el área efectiva del contacto geomalla- suelo en un ancho unitario; cabe indicar que el valor de la adhesión dependerá también de las propiedades del suelo de relleno empleado para el desarrollo del sistema de suelo reforzado. Debido a la variabilidad de este valor, Anddes ha optado conservadoramente un valor de cero para la adhesión.

Los valores de esfuerzo de tensión admisible de la geomalla viene dado por la ecuación (4), basado en las propiedades y performance de la geomalla con respecto a la tensión última.

$$T_{adm} = T_u / FRCR \cdot FRCBD \cdot FRID \quad (\text{Ec. 4})$$

El sistema de soilnail o pernos de anclaje pasivo, sugeridos por Anddes, como sistema de estabilización en algunas zonas de la carretera Pampa Verde, son sistemas de reforzamiento los cuales permitirán la protección y estabilización de taludes constituidos en general por materiales no consolidados y roca meteorizada o fracturada, para prevenir su rotura y/o desprendimiento.

Las propiedades del perno de anclaje se muestran en la tabla 18.

Material	Di (mm)	S _V x S _H	i (°)	T _{fluencia} (KN)	T _{adm} (KN)	T _{placa} (KN)	P _U (KN/m)
Perno de Anclaje	32,0	3,5 x 3,5	35	425	255	50 (*)	40

Tabla 18: Propiedades del perno de anclaje

Abreviaturas:

Di: Diámetro de anclaje.

SV x SH: Espaciamiento vertical y horizontal entre anclajes.

I: Angulo de inclinación del anclaje con respecto a la horizontal

Tfluencia: Tensión de fluencia de la barra de acero.

Tadm: Tensión admisible de la barra de acero.

Tplaca: Capacidad de resistencia de placa.

PU: Fuerza de adhesión longitudinal.

(*): Cuando los pernos de anclaje se encuentren anclados sobre roca su capacidad de resistencia de placa será de 70KN

La tensión admisible del acero (Tadm) es igual al producto de la sección de acero por el valor de su esfuerzo a la fluencia, dividido por un coeficiente de seguridad (Ucar, 2002) para el caso de anclajes permanentes se emplea un factor de 0,6 y de 0,75 para anclajes temporales. Para efectos del modelamiento se empleará el factor de 0,6 considerando el alto grado de meteorización al que se encuentran sometidos el suelo y roca.

El valor del esfuerzo de adhesión longitudinal ha sido tomado considerando las recomendaciones de la Federal Highway Administration (FHWA, 1998). Los valores de fuerza de adhesión viene dado por la ecuación (5).

$$PU = FU \cdot \pi \cdot De \text{ (Ec. 5)}$$

Abreviaturas:

Pu: Esfuerzos de adhesión longitudinal

Fu: Esfuerzos de adhesión (Elias& Juran, 1991).

De: Diámetro de la perforación.

El valor de la capacidad de resistencia de la placa viene dado por valores empíricos obtenidos a través de pruebas de resistencia sometidos a la placa (o cabezal) a emplear para el sistema de estabilización de taludes.

1.4.8.2. Análisis de estabilidad de taludes.

Los análisis de estabilidad de taludes han sido realizados en los tramos críticos e inseguros presentes a lo largo de la carretera Pampa Verde. Se presenta a continuación una descripción de las consideraciones del diseño geotécnico tomadas en cuenta para la ejecución de los análisis de estabilidad del proyecto.

- Tramos Analizados

Como se mencionó anteriormente, se detectaron varias zonas que requieren de trabajos de remediación sobre el corte de los taludes a lo largo del alineamiento de la carretera existente. La Tabla 19 muestra los tramos evaluados y su justificación de análisis.

Progresivas	Descripción de la Zona	Estado de Talud	Comentarios
1+630 - 1+880 2+420 - 2+370	Talud constituido por tufo volcánico, suelo residual y aglomerado	Colapsado y Crítico	Sección analizada, talud superior a los 10 m.
2+050 - 2+130	Talud constituido por tufo volcánico	Inseguro	Sección analizada, talud menor a los 10 m.
2+520 - 2+570	Talud constituido por suelo residual	Inseguro	Sección analizada, talud menor a los 10 m.
2+680 - 2+760	Talud constituido por suelo residual	Inseguro	Sección analizada, talud menor a los 10 m.
3+680 - 3+770	Talud constituido por suelo residual	Inseguro	Sección analizada, talud menor a los 10 m.
3+810 - 3+890	Talud constituido por tufo volcánico	Colapsado y Crítico	Sección analizada, talud superior a los 10 m.
3+890 - 3+940	Talud constituido por tufo volcánico	Colapsado y Crítico	Sección analizada, talud superior a los 10 m.
3+940 - 3+980	Talud constituido por tufo volcánico	Colapsado y Crítico	Sección analizada, talud superior a los 10 m.
4+010 - 4+080	Talud constituido por tufo volcánico	Inseguro	Sección analizada, talud menor a los 10 m.
4+160 - 4+220	Talud constituido por suelo residual	Inseguro	Sección analizada, talud menor a los 10 m.
4+440 - 4+600	Talud constituido por suelo residual	Inseguro	Sección analizada, talud menor a los 10 m.
4+800 - 4+840	Talud constituido por suelo residual	Colapsado y Crítico	Sección analizada, talud superior a los 10 m.
4+880 - 4+920	Talud constituido por suelo residual	Inseguro	Sección analizada, talud menor a los 10 m.
5+110 - 5+200	Talud constituido por suelo residual	Inseguro	Sección analizada, talud menor a los 10 m.
5+280 - 5+320	Talud constituido por suelo residual	Colapsado y Crítico	Sección analizada, talud superior a los 10 m.

Tabla 19: Tramos evaluados y su justificación de análisis

- **Factores de Seguridad Mínimos.**

El criterio de análisis con relación a los mínimos factores de seguridad a ser obtenidos fue el siguiente:

- Mínimo factor de seguridad estático a corto plazo igual a 1.3

No se ha considerado condiciones de largo plazo o con sismo, debido al tiempo de vida útil que presentará la carretera.

- **Condiciones Analizadas.**

Se ha tomado en cuenta las siguientes condiciones para el análisis:

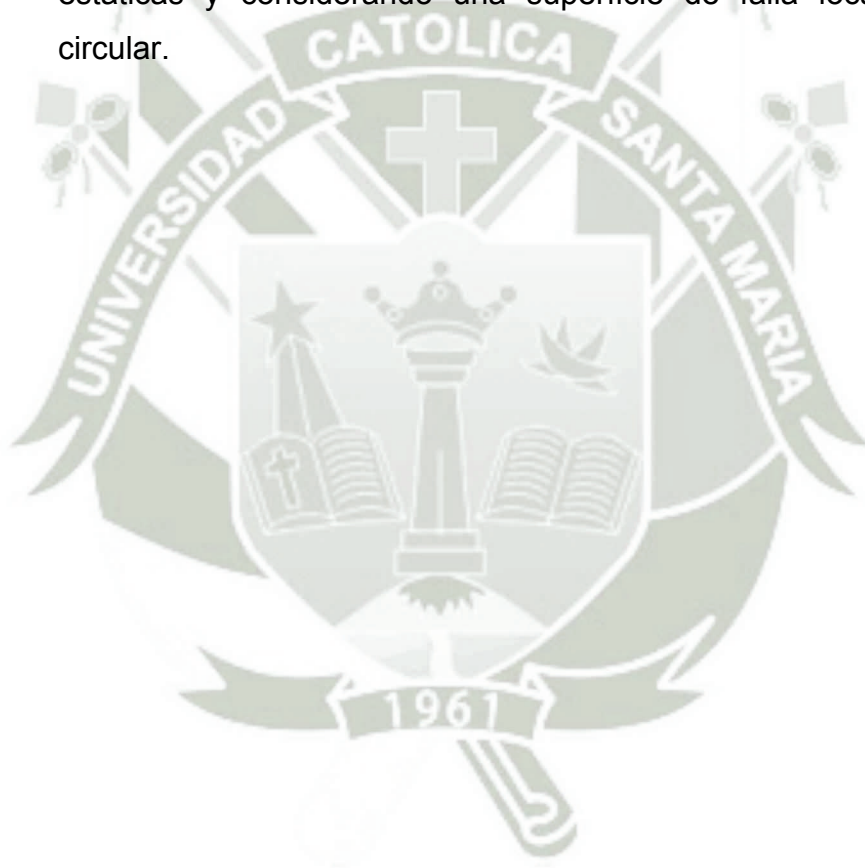
- El análisis ha considerado la condición más crítica representada por las secciones de mayor altura y de mayor pendiente constituida por los materiales más desfavorables (suelo residual, aluvial, coluvial, afloramiento rocoso del tipo tufo volcánico y aglomerado) en los tramos críticos de la carretera evaluados en la visita de campo.
- De acuerdo a las investigaciones geotécnicas, los materiales (suelo coluvial, residual, aluvial), se encuentran suprayaciendo al afloramiento rocoso presente en la zona formando así un modelo geotécnico estratificado el cual se utilizó para el análisis de estabilidad.
- Se realizó el análisis de estabilidad considerando los parámetros de resistencia totales no drenados debido a que los taludes presentan problemas de infiltración y escaso drenaje debido a su naturales no drenante.
- Para el análisis de estabilidad de las zonas donde los taludes de corte estén en roca se ha utilizado un modelo geotécnico homogéneo e isotrópico, esta asunción es posible dado que las fracturas y discontinuidades del

macizo rocoso han sido considerados para calcular los parámetros de resistencia determinando una envolvente de falla través del criterio de Balmer (1952).

- Se ha ejecutado solo análisis estático a corto plazo, en base al tiempo de operación de la mina y exposición de los taludes.

- **Resultados Obtenidos.**

En la Tabla 20 se presenta un resumen de los resultados obtenidos del análisis de estabilidad realizado, para condiciones estáticas y considerando una superficie de falla local de tipo circular.



Ubicación	Tramos Analizados	Sección de análisis	Tipo de Falla	Sistema de Contingencia	Factor de Seguridad FS
					Estático
Carretera Pampa Verde	1+630 - 1+880	Sección 1+660	Rotacional	Muro de suelo reforzado	1,35
			Rotacional	Perfilado + Pernos de Anclaje	1,43
	2+050 - 2+130	Sección 2+086	Rotacional	Perfilado + Revegetación	1,64
		Sección 0+127			1,71
	2+370 - 2+420	Sección 2+390	Rotacional	Muro de suelo reforzado	1,36
			Rotacional	Perfilado + Pernos de Anclaje	1,31
	2+520 - 2+570	Sección 2+550	Rotacional	Perfilado + Revegetación	1,36
	2+680 - 2+760	Sección 2+720	Rotacional	Perfilado + Revegetación	2,56
	3+680 - 3+770	Sección 3+730	Rotacional	Perfilado + Pernos de Anclaje	1,60
	3+810 - 3+890	3+850	Rotacional	Perfilado + Pernos de Anclaje	1,35
	3+890 - 3+940	Sección 3+900	Traslacional	Desquinchado + Anclaje	1,58 (*)
			Rotacional		1,55
	3+940 - 3+980	Sección 3+960	Rotacional	Perfilado + Pernos de Anclaje	1,30
	4+010 - 4+080	Sección 4+050	Rotacional	Perfilado + Anclaje	1,30
	4+160 - 4+220	Sección 4+190	Rotacional	Perfilado	1,39
	4+440 - 4+600	Sección 4+540	Rotacional	Perfilado + Revegetación	1,38
	4+800 - 4+840	Sección 4+850	Rotacional	Perfilado + Revegetación	1,43
	4+880 - 4+920	Sección 4+910	Rotacional	Perfilado + Revegetación	1,36
	5+110 - 5200	Sección 5+160	Rotacional	Perfilado + Revegetación	1,30
	5+280 - 5+320	Sección 5+300	Rotacional	Perfilado + Pernos de Anclaje	1,30
Muro de suelo reforzado				2,11	

Tabla 20: Resumen de los resultados obtenidos del análisis de estabilidad realizado

1.4.9. Pernos de Anclaje y Sistema de Mallas de Acero.

1.4.9.1. Generalidades y Diseño.

Los pernos de anclaje consisten en varillas de acero anclados firmemente en perforaciones que garantice la protección contra la corrosión, con excepción del caso en que se presente terreno colapsable, donde las varillas se hincan y posteriormente inyectan según se indica más adelante. Los pernos para esta ejecución fueron provistos de una platina de asiento de acero, de una arandela plana, de una o dos arandelas biseladas y de una tuerca hexagonal pesada. Los pernos de anclaje consisten en varillas de acero corrugado de un diámetro de 32 mm.

Los pernos de anclaje se utilizaron como soporte en excavaciones a corte abierto o en superficies naturales y rocas, según lo aprobado por el Cliente. El anclaje de estos pernos fue obtenido mediante el uso de mortero de cemento con acelerante o de resinas sintéticas, para lo cual se tuvo en cuenta la rotación requerida, en el caso de utilizar resinas sintéticas se dificulta al aumentar la longitud de los pernos.

El extremo libre de la barra de anclaje, que sobresale de la superficie del talud sea suelo roca, fue de la forma y dimensiones indicadas por la supervisión.

Las barras de anclaje fueron conectadas a un sistema de enmallado metálico con la finalidad de prevenir la caída de bloques hacia la estructura, obstaculizando o regulando la caída de los elementos sueltos.

Para este trabajo nuestra empresa propuso unas técnicas novedosas en nuestro País, mediante la contratación de una empresa Española, estas técnicas se basan en los manuales de la asociación Española ANETVA, que cuenta con el mismo estándar como las asociaciones nacionales de otros países.

El trabajo consiste en la colocación de geomantos con geomallas de alta resistencia y soportes unitarios de aproximadamente 190 KN/m, previamente para realizar esta actividad utilizan líneas de vida ancladas al talud para el descuelgue del personal.

Las mallas son ancladas mediante barras de acero GEWI 32/ o similar, auto-perforante distribuidas modularmente y de una longitud de entre 4 y 15 m las cuales contienen inyección de cemento para la mejor adherencia en su interior, estos son colocados mediante elevadores o Patines colgantes.



Foto 10: Pernos de anclaje

1.4.9.2. Materiales

- Pernos de Anclaje.

Las varillas para los pernos y barras de anclaje fueron consideradas cumpliendo la especificación ASTM A615 para acero grado 75; toda varilla para perno tuvo por lo menos 32 mm de diámetro nominal. Las propiedades se indican en la Tabla 21

Propiedades Mecánicas	Grado 75
Límite de Fluencia, min. (kg/cm^2)	5270
Resistencia a la tracción, min. (kg/cm^2)	7030
Alargamiento de 200 mm, min. (%)	7

Tabla 21: Propiedades mecánicas de los Pernos de Anclaje

Para la fijación de las barras helicoidales se necesitan los siguientes accesorios y recomendaciones:

- Tuerca de fijación de diámetro nominal de 32 mm, con diámetro exterior de 69,9 mm, altura total de 57,2 mm y altura del vástago de 37,0 mm.
- Placa de sujeción del diámetro nominal del perno de 32 mm, con espesor de $9,5 \pm 0,45$ mm, tipo volcán, diámetro de orificio de 54, $0 \pm 1,0$ mm y lado de $150 \pm 5,0$ mm

La profundidad de la barra de anclaje corresponde a la longitud de la barra sellada en la roca; sin embargo, la longitud total de esta barra debe tener en cuenta de la extensión necesaria para colocar la placa y la tuerca, que representa una longitud adicional de 20 cm.

Las barras de anclaje deben sellarse sobre toda su longitud con lechada de cemento con una relación agua/cemento (a/c) de 0.4 ó mortero que deberá ser diseñado y ensayado por el Contratista y aprobado por el Ingeniero CQA Auditor de tal forma que se asegure su inyectabilidad y con una placa de acero de $200 \times 200 \times 45$ mm, a la cual el cable será fijado con una tuerca. No se recomienda utilizar cartuchos de resina.

- **Malla de Acero de Protección de Taludes.**

Malla romboidal compuesta de barras de acero de alta resistencia fabricada de acuerdo con la norma EN 10264-2. Las especificaciones se indican en la Tabla 22

Datos técnicos	
Resistencia a tracción directa	150 KN/m
Cantidad de espiras transversales	12 uds./m
Cantidad de espiras longitudinales	7 uds./m
Diámetro del alambre	3.0 mm
Calidad del acero	Acero al carbón de alta resistencia
Resistencia del alambre de acero	$> 1,770 \text{ N/mm}^2$
Forma de la malla	Romboidal
Dimensiones de la malla	83 - 143 mm +/- 3%
Diámetro de la circunferencia inscrita en el rombo	65 mm (+/- 3%)
Espesor Total de la malla	11.0 mm (+/- mm)
Protección contra la corrosión	GEOBRUGG SUPERCOATING® (o similar)
Composición de la protección	95% Zn / 5% Al
Densidad de la protección	150 g/m ²

Tabla 22: Especificaciones malla de acero

Placa de Amarre

La placa de amarre y de transmisión de fuerzas presenta las siguientes características:

- Forma romboidal (ángulos 130°/50°), tri-dimensional, 2 extremos doblados en forma de garra, con 2 guías longitudinales para cables, 2 sellos del fabricante y 3 orificios troquelados, incluye hueco central con diámetro nominal de 40 mm.
- Tamaño: 330 mm x 190 mm.
- Espesor de platina: 10 mm.
- Longitud de garras: 25 mm para suelo, 15 mm para roca.
- Material: Fe 360.
- Masa unitaria: 2.8 kg.
- Protección contra corrosión: galvanizado en caliente (aprox. 400 g/m²) según EN ISO 1461.

Grapa de Unión de 2,7 mm

La unión horizontal de dos paños se puede realizar opcionalmente por medio del montaje de una grapa de unión por cada rombo. La grapa de unión presenta las siguientes características:

- Geometría: Forma abierta, tri-dimensional, un extremo con apertura de aprox. 2,7 mm para conectar los rollos de la malla de alta resistencia tipo TECCO® (o equivalente) en dirección vertical y horizontal.
- Tamaño: D4-60/21 mm.
- Plano: no. GE-8011.
- Material: alambre de acero, D4mm, según EN 10264-2.
- Resistencia a tracción del acero: 1770 N/mm².
- Protección contra corrosión: 95% Zn + 5% Al, 150 g/m².
- Masa por unidad: 0,0157 kg

Grapa de Unión de 2,5 mm

- Geometría: Forma abierta, tri-dimensional, un extremo con apertura de aprox. 25 mm para conectar la malla de alta resistencia tipo TECCO® (o equivalente) con el cable perimetral.
- Tamaño: 40x14 mm.
- Diámetro: 6 mm.
- Material: Fe 360.
- Protección contra corrosión: galvanizado en caliente (aprox. 300 g/m²) según EN ISO 1461.

- Masa por unidad: 0.035 kg.

Anclaje Perimetral para Mallas de Acero

- Tipo: Anclaje de cable espiral tipo II, D14. 5 mm, 1x19 según DIN 3053, hecho de cable de acero, incluyendo 2 tubos de protección en la cabeza.
- Diámetro nominal de cable: 14.5 mm.
- Peso unitario: 1,13 kg/m.
- Carga admisible: 195 kN.
- Factor de seguridad: 2
- Límite elástico de acero: 1,770 N/mm² nominal (alambre de cables).
- Protección contra corrosión: Fuertemente galvanizado (EN 10264-2).
- Revestimiento de alambres: Zinc 255 g/m².
- Revestimiento de tubos: Zinc 350 g/m² (EN 10240).

Cables de Acero para Mallas de Acero

Cable perimetral D14mm:

- Tipo: Cable de acero 4 x 25 FW + IWSC (Zn/Al-coating)
- Estándar de producción: FATZER ISO 9001 para cable de acero
- Diámetro nominal : 14 mm
- Peso unitario: 0,76 kg/m

- Mínima carga de ruptura: 115,0 kN (Minimum Breaking Load MBL)
- Límite elástico de acero: 1 770 N/mm² nominal (alambre de cables)
- Revestimiento: 95% Zn / 5% Al, 50 a 90 g/m² (EN 10244-2, Zn95Al5)
- Estándar de producción: DIN 1142 para sujeta-cables / pernos (“wire-rope clips”)
- Cable interior D12mm:
- Tipo: Cable de acero 6 x 19mm Seale + IWSC
- (Zn/Al-coating)
- Estándar de producción: FATZER ISO 9001 para cable de acero
- Diámetro nominal : 12 mm
- Peso unitario: 0, 56 kg/m
- Mínima carga de ruptura: 84, 6 kN (Minimum Breaking Load MBL)
- Límite elástico de acero: 1 770 N/mm² nominal (alambre de cables)
- Revestimiento: 95% Zn / 5% Al, 50 a 90 g/m² (EN 10244-2, Zn95Al5)
- Estándar de producción: DIN 1142 para sujeta-cables / pernos (“wire-rope clips”)

Sujeta Cables para Mallas de Acero

Denominado “Sujeta-cable para cable perimetral” Tipo: NG13 y NG16 respectivamente según DIN1142.

Diámetro nominal del cable: 12mm y 14mm respectivamente.

Detalles:

Correa en U: acero 6. 8 de acuerdo con DIN 898/1 Galvanización μm : 6-8 amarillo electro galvanizado

Tuerca: acero 6 de acuerdo con. DIN 898/2 Galvanización μm : 6-8 amarillo electro galvanizado

Cuerpo: GTW 40 de acuerdo con EN 1562 Galvanización μm : 6-8 electro galvanizado DIN 267/9

Todos los materiales utilizados deberán contar con sus respectivos certificados de calidad expedidos por el Fabricante y deberán ser almacenados apropiadamente para evitar su deterioro o pérdida de calidad

- Instalación y Colocación.

A continuación describiremos los procedimientos completos para la carretera Pampa Verde en cuando a la instalación y Colocación teniendo en cuenta el DS. 055 del cual estuvimos regidos también debido a encontramos dentro de una unidad Minera.

Planificación y preparación de las actividades

Paso 1. El Supervisor del trabajo de estabilización de taludes, verifica los sistemas contra caídas y/o restricción de movimientos; tramitará y verificara el PETAR de trabajos en altura; revisará y autorizará el ATS y la libreta IP con estos documentos estará autorizando el inicio diario de las actividades; inspeccionará los materiales, herramientas, EPP básicos, sistemas de anclajes y arnés del cuerpo Completo.

Paso 2. El supervisor del trabajo de estabilización de taludes coordinará con los supervisores de trabajos en frentes cercanos especialmente los que estén en niveles inferiores y en proyección a la zona donde se realiza los sistemas de anclaje, y paralizará los trabajos que se encuentren dentro de la línea de fuego con delimitación de área.

Verificación del estado de cuerdas, arneses, conectores, mosquetones

Paso 3. El personal involucrado en la actividad de estabilización de taludes, verificará que el sistema anti caídas se encuentre en perfecto estado y en todo momento estará sujeto a la línea de anclaje en los accesos de ascensos y descenso a transitar, área de perforación, en instalación de geomantas, mallas de aceros y colocación de pernos de anclajes.

Cada día y según las direcciones de los responsables de la Supervisión y de seguridad se verificará el estado de la línea de vida mediante los siguientes criterios:

- Tensión de cable.
- Cimentación de anclajes.
- Reconocimiento de sujeta cables.

Ascenso y descenso del personal y de materiales al punto de anclaje

Paso 4. El Supervisor de las actividades de estabilización de taludes realizará y verificará los siguientes puntos:

- Ubicará a los vigías en ambos extremos del trabajo, los cuales estarán comunicados vía radial con personal que está colgado en los taludes.
- Los vigías también serán observadores de cualquier comportamiento del talud.
- Los vigías estarán alejados a más de 20 metros del área de influencia de las actividades de estabilización (colocación de

puntos de anclajes, desquinche, perforación de pernos con platina, instalación de mallas y geomantas, ascenso y descensos de equipos de perforación) así mismo se colocará cinta de señalización y letreros de advertencia de caída de rocas y prohibición de paso.

Paso 5. (Señalización de Accesos). Se procede a definir y habilitar el acceso por el cual el personal hará el ascenso, descenso a la zona de trabajo a través de la señalización con cinta amarilla y la misma cuerda que sirve de línea de anclaje a lo largo del acceso por donde transitará el personal de la actividad.

- Todo personal que ascenderá o descenderá deberá hacerlo con las manos libres (sin ningún objeto ajeno a su sistema de protección contra caídas).
- Los materiales y/o herramientas deberá izarlo y/o trasladarlo independientemente.

Paso 6. El posicionamiento mediante cuerdas cumplirá las siguientes condiciones:

- El sistema constará como mínimo de dos cuerdas que puede ser de sujeción y suspensión ambas independientes, una como medio de acceso, de descenso y de apoyo (cuerda de trabajo) y la otra como medio de emergencia (cuerda de seguridad).
- Se facilitará a los trabajadores arneses según normativas internacionales, que deberán utilizar y conectar a la cuerda de seguridad.
- La cuerda de trabajo estará equipada con un mecanismo seguro de ascenso y descenso y dispondrá de un sistema de bloqueo automático con el fin de impedir la caída en caso de que el usuario pierda el control de su movimiento. La cuerda de seguridad estará equipada con un dispositivo móvil contra caídas que siga los desplazamientos del trabajador.

- Las herramientas y demás accesorios que deba utilizar el trabajador deberán estar sujetos al arnés o al asiento del trabajador o sujetos por otros medios adecuados.

Paso 7. Existe dos formas de ascender y descender a la cresta del talud a estabilizar, esto está en función a los accesos existentes del Haul Road:

Ascenso y descenso en (Tramo Progresiva 6+000 a 3+700):

- Ingreso Lateral: Si la condición del terreno para llegar al punto de anclaje presenta condiciones, se bordeara lateralmente de abajo hacia arriba en serpentín a la cara del talud hasta llegar al punto de anclaje.
- Ingreso vertical: Si no existiese ingreso lateral, el personal ascenderá y descenderá verticalmente hacia el punto de anclaje.

Descenso en Frente Progresiva 1+200 a 3+700:

- El ingreso al punto de anclaje será de arriba hacia abajo. Es decir del acceso hacia la cara del talud.

Para ambas formas de ascender y descender se elijara la que ofrezca mayor facilidad y seguridad a la cuadrilla de trabajadores.

Colocación de Puntos de Anclajes

Paso 8. Después de ascender y estando en la cresta del talud a estabilizar; para la instalación de pernos de anclajes (puntos de anclajes) por encima de la cresta de los taludes se puede realizar por ambos extremos siempre y cuando el ancho de la cresta del talud sea de mayor longitud.

Instalación de Pernos de anclajes por un extremo:

- Para esta actividad se necesita tres personas: supervisor, operario y ayudante, estos estarán conectados a líneas de

anclajes individuales (el 1ro será de trabajo y el 2do línea de vida).

- El operario empezará a perforar con el martillo por encima de la cresta del talud hasta una profundidad de 1 a 1.2 m. La distancia de estos puntos de perforación estará en función al ancho de la cresta del talud y cantidad de personas que estarán en este punto; el operario continuará con el siguiente punto de perforación, seguidamente el ayudante instalará el perno de anclaje definitivo con su respectiva lechada de cemento con aditivo entre el barreno y el perno.

Colocación de geomantas, malla de acero de protección

Paso 9. Existen dos formas de extender este tipo de geomanta y/o malla de acero a lo largo de la cara del talud, desde la cresta del talud a estabilizar:

En el Tramo Progresiva (6+000 a 3+700):

- Las geomantas, mallas de aceros será izadas y/o jaladas desde arriba con cabestrante o mano, y existirá personal en el pie del talud para realizar el respectivo corte, fuera de la línea de fuego ante caídas de material.
- Las geomanta y/o malla de acero previamente serán ancladas en la parte alta de la cresta del talud, y el personal que se encuentra en el punto de anclaje comprobará la fijación segura de la geomanta y/o malla de acero, darán la orden vía comunicación radial al personal de piso para que se proceda a realizar el corte en el pie del talud.

En el Tramo Progresivas (1+200 a 3+700):

- El personal estará en el acceso superior próximo a la cresta y cara del talud, aquí el área estará restringida con vigías para ambos extremos y demarcados con señalización de advertencia y prohibición.

- El personal encargado de esta actividad en todo momento estará con su sistema de protección contra caídas y anclados a un punto fijo.
- Los rollos de Geomanta y malla de acero serán llevado al área por los acceso a través del camión grúa y depositados en la cresta del talud.
- El extendido de la ge manta y malla de acero se realizará de arriba hacia abajo; dos trabajadores liberarán la geomanta y/o malla de acero desde la cresta del talud y personal a pie del talud fuera de la línea de fuego jalarán a través de una cuerda para evitar que se atasquen en el trayecto de descenso.

Para ambos métodos de izaje de la malla de acero, una vez presentada la malla se procede a unir las tiras de malla, cosiéndolas unas con otras, para lo cual los trabajadores se aseguran desde la cabecera del talud con equipo de altura en donde irán bajando y cosiendo las tiras; por último se remata la malla de triple torsión en cabecera y pie con los correspondientes anclajes y cables según presupuesto.

Se coloca el material en la cabecera del talud y se procede a su grapado mediante el uso de grapadoras neumáticas alimentadas por un pequeño compresor de aire. Seguidamente se extiende por toda la extensión del talud para su posterior anclado mediante piquetas en la proporción descrita en las especificaciones.

Fijación de Pernos anclajes con platina en cara de talud

Para esta Labor usaremos equipos con plataformas aéreas y equipo Patín, a estos equipos están acopladas las perforadoras hidráulicas.

Paso 10. Las labores de perforación, en las que el operario esté suspendido, serán realizadas por un operario especialista cumpliendo la norma de trabajos de seguros mediante un sistema de posicionamiento y contra caídas, los trabajadores se mueven

por el talud con equipamiento para trabajos en altura, el cual se asegura a los anclajes de cabecera anteriormente realizados. Los operadores y técnicos se sujetarán en dos puntos de anclaje

Paso 11. Respecto a los anclajes donde se amarran las cuerdas de trabajo y seguridad, se realizan con un margen de seguridad muy amplio, los anclajes que se utilizaron son de barra corrugada de 20 mm de diámetro de calidad B500, el cual tiene una resistencia a rotura de 175 KN (muy por encima de la exigida por norma EN 795A).

Paso 12. Para las labores de perforación y movimiento de la perforadora se hace necesario un equipo formado por dos operarios en todos los modos de trabajo. Uno de ellos se encarga de maniobrar los mandos de la perforadora, mientras que el otro trabaja a modo de ayudante. La realización de los anclajes se realizará con diferentes técnicas dependiendo de longitud del bulón y altura de realización del mismo siendo posibles las siguientes 3 técnicas:

- Bulones de menos de 4 m. de longitud: Se realizó una perforación del terreno mediante rotopercusión neumática con un martillo de perforación ligero (TOKU TJ-45) de 22 kg de peso alimentado con aire comprimido procedente de un compresor de aire, una vez terminada la perforación, se inserta la barra de acero en el orificio y se procede a la inyección del mortero de cemento, dado que los bulones se ejecutarán en la superficie del talud, es totalmente indispensable que los operarios estén debidamente asegurados a los anclajes de cabecera mediante cuerdas semi - estáticas y equipos de altura.
- Bulones de más de 4 m. de longitud hasta donde pueda alcanzar una manipuladora: La manipuladora lleva una plataforma asegurada de vuelco en la que va colocada la perforadora, ésta máquina es apta para trabajar desde el

pie del talud. La manipuladora comandada por un operario coloca la perforadora en el punto a perforar y con la inclinación deseada, y desde la plataforma otro operario dirige la estación de mandos para ejecutar la perforación hasta la longitud deseada (el operario situado en la plataforma estará equipado de equipo de altura y amarrado con las cuerdas correspondientes a un punto superior anteriormente realizado), una vez terminada la perforación se procede a la inserción del bulón e inyección de lechada.

o Bulones de más de 4 m. de longitud para cualquier altura: se colocará la perforadora en el patín mediante abrazaderas para su inmovilización, una vez realizados los anclajes de amarre en la cabecera del talud, se procede al movimiento del patín por el talud mediante el empleo de dos tráctel T-13. Una vez colocada en el punto a perforar se inmoviliza la perforadora mediante el uso de trinquetes de fuerza, cuando la perforadora se encuentra en el punto deseado, comienzan los trabajos de perforación. La unidad de control de la perforadora y el encargado de maniobrarla, se encontrará en un lugar lo más cercano posible de la perforación y con visión directa de los movimientos de la máquina.

Una vez ejecutada la perforación e insertado el bulón o anclaje, se procede a la inyección de lechada en proporción agua/cemento de 0,5 - 0,6 mediante maquinaria de alta presión capaz de inyectar hasta 40 metros de altura. Para asegurarnos que el bulón está correctamente inyectado de principio a fin es muy importante realizar la inyección desde el final de la perforación hacia fuera, para lo cual, a la vez que se inserta el bulón se acompaña con un tubo de polietileno de 3/4" hasta el final del bulón o anclaje.

El sistema seguro de trabajo en el descenso

- Para poder descender; ellos utilizarán el equipo Descensor, según normativa europea EN341.
- Para el ascenso utilizarán el equipo Ascendedor - Bloqueador Ventral, según normativa europea EN567
- El sistema seguro de trabajo concluye con la llegada de todo el personal de desate al nivel inferior.
- Terminada la tarea se retirarán de dicha área en forma ordenada y sin dejar ningún material excedente dejando el área limpia y sin desperdicios. Este trabajo se repetirá en forma continua hasta culminar todo.
- Durante la ejecución de este procedimiento de trabajo el personal debe contar con supervisión permanente del supervisor y del supervisor de prevención.
- Terminada la tarea se retirarán de dicha área en forma ordenada y sin dejar ningún material excedente dejando el área limpia y sin desperdicios.

Recomendaciones para realizar este Procedimientos de forma segura

El trabajo deberá planificarse y supervisarse correctamente siguiendo las fases de obra definidas en el presente documento, de manera que, en caso de emergencia, se pueda socorrer inmediatamente al trabajador.

De acuerdo con las disposiciones, se impartirá a los trabajadores afectados una formación adecuada y específica para las operaciones previstas, destinada en particular a:

- Las técnicas para la progresión mediante cuerdas y sobre estructuras geológicas.

- Los sistemas protección de sujeción. (restricción de movimientos)
- sistemas anti caídas (sistemas contra caídas).
- Las normas sobre el cuidado, mantenimiento y verificación del equipo de trabajo y de seguridad.
- Las técnicas de salvamento de personas accidentadas en suspensión.
- Las medidas de seguridad ante condiciones meteorológicas que puedan afectar a la seguridad.
- Las técnicas seguras de manipulación de cargas en altura.

Restricciones

- Cuando exista la presencia de neblina densa (visibilidad menor a 30 metros, lluvia severa o tormenta eléctrica alerta roja se paralizarán los trabajos, e inmediatamente los trabajadores descenderán. Por medidas de seguridad en procesos de voladura todo el personal de estabilización de taludes evacua el área de trabajo, y cuando retornara al área de trabajo verificara cualquier anomalía del terreno comunicando al supervisor inmediato.



Foto 11: Perforación de talud con Manipulador Telescópico



Foto 12: Anclaje de Pernos y/o barras con Patín



Foto 13: Anclaje de Pernos y/o barras con Patín



Foto 14: Tendido de geomantos y mallas

- **Medición.**

En las valorizaciones para llevar el control de las instalaciones se utilizaron las siguientes medidas:

Para Pernos de Anclaje (m) metros lineales contabilizados conjuntamente con la supervisión e indicados en los planos

Para las Mallas en general en (m²) metros cuadrados de acuerdo a las secciones especificadas en los planos y marcadas en campo con topografía.

- **Bases de Pago.**

De acuerdo a lo antes mencionado las mediciones se dieron en (m) y (m²) según el caso, sin embargo cada unidad comprendía un trabajo completo que cumpla con las especificaciones del capítulo 1.4.9 y todos sus accesorios.

1.5. Afirmado.

1.5.1. Diseño y Aspectos Generales.

El diseño fue entregado por el cliente con una conformación de Base Granular $E=0.30$ m; $R=2050$ m²/día Factor Compactación = 1.20

Nuestro alcance al trabajo fue conformar una capa de material granular, compuesta de grava y finos, construida sobre una superficie debidamente preparada, que soporte directamente las cargas y esfuerzos impuestos por el tránsito y provea una superficie de rodadura homogénea, que brinde a los usuarios adecuadas condiciones de confort, rapidez, seguridad y economía. Esta partida comprendió la: extracción, zarandeo, transporte, extendido, riego y compactación de los materiales de afirmado sobre la subrasante terminada de acuerdo con la las especificaciones dadas por el cliente así como el alineamiento, pendientes y dimensiones indicadas en los planos del Proyecto.

1.5.2. Teoría de diseño.

1.5.2.1. Metodología Utilizada.

El diseño final y/o abastecimiento en la cantera fue encargado prácticamente por el Cliente, la verificación de la compactación del mismo se realizó mediante Densímetro Nuclear este métodos de ensayo cubre la determinación de la densidad húmeda o total del suelo y de mezclas de suelo-roca por la atenuación de la radiación gamma, donde la fuente y los detectores permanecen sobre la superficie (Método Backscatter) o son posicionados a una profundidad conocida, hasta de 300 mm (12 pulg), mientras permanecen en la superficie (Método de Transmisión Directa).

La densidad en masa por unidad de volumen de material sometido a ensayo, es determinada por la comparación de rangos detectados de radiación gamma con datos de calibración establecidos previamente.

1.5.3. Conformación de la Subrasante.

1.5.3.1. Perfilado y Compactado de la Subrasante.

Para esta actividad se preparó la superficie para recibir el relleno de material granular; se procedió a perfilar y seguidamente aplicar el riego al material extendido mediante el uso de una cisterna debidamente equipada, y el compactado del material extendido y regado que formó el afirmado de la plataforma, mediante el uso de rodillo liso vibratorios de 10-12 toneladas.

La compactación se realizó por capas con $e=0.20$ m.

Luego de haber efectuado el perfilado, aplicado el riego y compactado de la superficie, se procedió a la colocación de afirmado.

La compactación se realizó después de que el material ha sido extendido y conformado de acuerdo a la sección transversal del camino. Inmediatamente después de terminada la distribución y el emparejamiento del material, se compactó en su ancho total por medio de rodillos lisos vibratorios, con un peso mínimo de 101 - 135 HP de 10 - 12 toneladas. Cada 80 m³ de material, medido después de compactado, se sometió a por lo menos un hora de rodillado continuo. El rodillo progresó gradualmente desde los costados hasta el centro, en sentido paralelo al eje del camino, y continuó así hasta que toda la superficie haya recibido este tratamiento. Existieron irregularidades por depresión que surgieron por la compactación, pero fueron corregidas aflojando el material en estos sitios y agregando o quitando el material, hasta que la superficie resultó pareja y uniforme. Durante el progreso de la operación, se efectuaron ensayos de control de densidad húmeda de acuerdo con el método ASTM D-1556, efectuando tres ensayos por cada 250 m² de material colocado. Todas cumplieron con la densidad superior al 94 %.

1.5.4. Conformación de la Base Granular.

Las características de la base granular se detallan a continuación:

a. **Limite Líquido.**

Límite Líquido (ASTM D-423) Máximo 35%

b. **Índice Plástico.**

Índice Plástico (ASTM D-424) Entre 4 –10%

c. **Desgaste de los Ángeles**

Desgaste de los Ángeles (Abrasión) Máximo 50%

d. **Granulometría**

Se especifica en la tabla 23

No. DE MALLA	% EN PESO SECO QUE PASA			
	A1	TOLERANCIAS	A2	TOLERANCIAS
2"	100	± 2		± 2
1 ½"	90 – 100	± 5		± 5
1"	80 – 100	± 5	100	± 5
¾"	70 – 85	± 8	80 – 100	± 8
3/8"	45 – 80	± 8	65 – 100	± 8
Nro. 4	30 – 65	± 8	50 – 85	± 8
Nro. 10	22 – 52	± 8	33 – 67	± 8
Nro. 40	15 – 35	± 5	25 – 45	± 5
Nro. 80	10 – 22	± 5		± 5
Nro. 200	10 – 15	± 3	10 – 25	± 3

Tabla 23: Granulometría

1.5.5. Extendido de Material en Plataforma.

Esta actividad se extendió el afirmado en la plataforma, mediante el uso de equipo mecánico.

Todo material de la capa granular de rodadura fue colocado en una superficie debidamente preparada y compactada en capas de mínimo 10 cm, máximo 20 cm. de espesor final compactado.

El material fue colocado y esparcido en una capa uniforme y sin segregación de tamaño; esta capa tuvo un espesor mayor al requerido, de manera que una vez compactado se obtuvo el espesor de diseño. Se efectuó el extendido con equipo mecánico.

Luego que el material de afirmado haya sido esparcido sobre la superficie compactada del camino (sub rasante), fue completamente mezclado por medio de la cuchilla de la motoniveladora, llevándolo alternadamente hacia el centro y hacia la orilla de la calzada.

El material de la capa de afirmado, provino de las canteras autorizadas en el estudio del proyecto en este caso 2 “Cantera Campana” y “Cantera Laguna”.

Se controló que el índice de plasticidad este entre 4 % y 9 % y un límite líquido de 35 % como máximo.

1.5.6. Riego de Capa y Compactación.

Se realizó el riego del material extendido de la capa del afirmado de la plataforma, mediante el uso de una cisterna debidamente equipada de forma uniforme, para su batido y compactación.

La cantidad de agua y el número de pasadas necesarias, se determinó de acuerdo al material, de tal manera que se alcance el óptimo contenido de humedad.

1.6. Hidrología y Diseño Hidráulico

1.6.1. Objetivos

Los objetivos del presente capítulo son:

Dar a conocer en base a las condiciones propias del lugar de estudio, las intensidades y tormentas de diseño para eventos hidrológicos extremos que rigieron en el cálculo del dimensionamiento de los componentes del sistema de manejo de agua superficial de la carretera Pampa Verde.

Complementar el sistema de drenaje superficial de la carretera Pampa Verde por medio de obras hidráulicas en la estabilización de taludes de las zonas críticas de la carretera mencionada.

En el Anexo B.1 se detallan los cálculos hidrológicos e hidráulicos para la Carretera Pampa Verde, así mismo en el Anexo D se muestran los detalles típicos de drenaje superficial aplicados.

1.6.2. Información Básica.

La información hidrológica básica empleada proviene del “Estudio Hidrológico, Hidrogeológico y Geoquímico en Complemento al EIA” realizado por Water Management Consultants (2007). La data actualizada al año 2011 de precipitaciones máximas en 24 horas para las estaciones meteorológicas cercanas al área del proyecto fueron obtenidos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). En la Tabla 24 se muestra las estaciones meteorológicas seleccionadas para el análisis regional de las precipitaciones extremas.

Estaciones	Coordenadas		Altitud (msnm)	Período de Registro
	Latitud	Longitud		
Niepos	6°55'	79°07'	2 464	1964-1984, 1986-1989 y 1991-2003
Sta. Cruz	6°37'	78°56'	2 026	1954-1981 y 1991-2004
Llapa	6°59'	78°41'	2 798	1964-2011
Magdalena	7°16'	78°41'	1 316	1964-1984 y 1988-2003
Udima	6°48'	79°05'	2 493	1965-1966 y 1968-2011
Lives	7°05'	79°02'	2 000	1964-2003
Pulan	6°44'	78°55'	2 065	1964-1967 y 1970-1982
Qda. Shugar	6°41'	78°27'	3 293	1988-2002
Chugur	6°40'	78°44'	2 744	1964-2003
Hualgayoc	6°46'	78°37'	3 510	1961-1983
La Llica	6°47'	78°31'	2 625	1962-1998
Hacienda Negritos	6°54'	78°31'	3 500	1962-1964, 1966-1970 y 1972-1974
Quilcate	6°49'	78°44'	3 100	1966-1969 y 1971-2011
Qda. Honda	6°54'	78°39'	3 550	1965-1968 y 1970-1997
Granja Porcon	7°02'	78°38'	3 000	1967-1981 y 1986-2003
Cajamarca	7°08'	78°29'	2 620	1960-1994
Carachugo	6°57'	78°24'	4 035	1995-2005
Maqui Maqui	6°56'	78°25'	3 986	1995-1996 y 1998-2005

Tabla 24 Información hidrológica básica

1.6.3. Eventos Hidrológicos Extremos.

La evaluación de las precipitaciones extremas se realizó en base a eventos extremos de las estaciones antes mencionadas (ver Tabla 24). Es preciso indicar que se realizó el ajuste de las precipitaciones máximas por el factor 1,13 utilizado para corregir los sesgos de subestimación de mediciones tomadas en intervalos fijos cada 24 horas recomendado por la World Meteorological Organization (WMO, 1994).

La serie de datos de precipitaciones máximas en 24 horas fueron ajustadas a diversos modelos probabilísticos (Normal, LogNormal, Pearson III, Log Pearson III y GEV1), y basándonos en los diversos índices estadísticos y criterios hidrológicos fue seleccionada la distribución GEV1, debido a que presentaba los

mejores índices y según el ajuste de bondad de la Prueba Smirnov Kolmogorov.

Las precipitaciones máximas en 24 horas representativas para el área del proyecto se determinaron regionalizando las tormentas de las estaciones meteorológicas cercanas para diferentes periodos de retorno por medio de la interpolación Kriging. En la Tabla 25 se presenta las precipitaciones máximas en 24 horas para diferentes periodos de retorno.

Período de retorno	Precipitación (mm)
500	114,9
100	94,5
50	85,6
25	76,7
10	64,8
5	55,3
2	40,9

Tabla 25 Precipitaciones máximas en 24 horas

1.6.4. Hidrología para el diseño de Obras Hidráulicas.

Para determinar el caudal de diseño de las obras hidráulicas para el drenaje superficial de la carretera Pampa Verde, se utilizaron las siguientes consideraciones:

- Las cunetas de derivación ubicadas al pie de las banquetas de los taludes estabilizados, las rápidas con estructuras disipadoras de energía que entregan los flujos superficiales al sistema de drenaje de la carretera Pampa Verde y las alcantarillas que complementan las obras hidráulicas, han sido dimensionadas con la tormenta de diseño para periodo de retorno de 25 años (etapa de operación).

Caudales de Diseño

Los caudales de diseño que son captados y evacuados por las obras hidráulicas de drenaje superficial son estimados a partir de eventos hidrológicos extremos con información de precipitación

máxima en 24 horas. Los flujos superficiales máximos que descienden de las áreas de aporte fueron calculadas utilizando el método racional, debido a la poca extensión de las áreas de drenaje.

Los tiempos de concentración de cada área de aporte fueron calculados por la fórmula planteada por Kirpich, además se considerará el flujo de tránsito sobre las obras hidráulicas proyectadas de tal manera que el tiempo de concentración aumenta y por ende disminuye el caudal pico de diseño.

Los coeficientes de escorrentía se asignan tomando en cuenta las características del suelo, la cobertura y el relieve del área de aporte. Los coeficientes de escorrentía de las áreas de drenaje fueron estimados como la media ponderada de los tipos de cobertura y el área de influencia de las mismas.

En la Tabla 26 se muestran los rangos de los coeficientes de escorrentía para diferentes periodos de retorno.

Período de Retorno (años)	Laderas Naturales	Terrenos Rocosos	Caminos y Terrenos Alterados
2-10	0,18	0,60	0,50
25	0,20	0,66	0,55
50	0,22	0,72	0,60
100	0,23	0,76	0,63
500	0,24	0,80	0,67

Tabla 26 Rangos de los coeficientes de escorrentía para diferentes periodos de retorno

1.6.5. Diseño Hidráulico

El manejo del drenaje superficial de los tramos críticos de la carretera Pampa Verde, ha considerado el diseño de cunetas y canales de derivación en los taludes estabilizados que descargan los flujos por medio de rápidas y estructuras de colección. Por lo general, el drenaje en los tramos críticos descarga los flujos de agua al sistema de drenaje propio de la carretera y en otros casos

se opta por el diseño de alcantarillas con estructuras para control de erosión que complementan el sistema de drenaje proyectado. En los planos 1202.10.06-201 al 1202.10.06-210 se muestra la disposición en planta y perfil del sistema de drenaje proyectado de los tramos críticos de la carretera Pampa Verde y en los planos 1202.10.06-214 a 1202.10.06-216 se muestran los detalles típicos de las obras hidráulicas proyectadas.

- **Sistema de Drenaje Proyectado en Carretera Pampa Verde**

Anddes ha realizado el dimensionamiento del sistema de drenaje de la carretera Pampa Verde (Febrero 2012), que consiste en cunetas de derivación de secciones triangulares adyacentes a la carretera y alcantarillas que complementan el sistema de drenaje. El resumen de las dimensiones de las cunetas de derivación proyectadas para la carretera Pampa Verde y verificadas con la actualización geológica para definir el revestimiento de las cunetas, se muestran en la Tabla 27.

Tramo		Tipo de Sección	Talud Izq. (H:1V)	Talud Der. (H:1V)	Altura (m)	Tipo de Revestimiento	Espesor (m)
Desde	a						
1+630	1+680	Triangular	2,0	1,0	0,6	Mampostería de piedra	0,2
2+050	2+130	Triangular	1,0	2,0	0,7	Excavación en roca maciza	0,2
2+390	2+420	Triangular	1,0	2,0	0,7	Mampostería de piedra	0,2
2+520	2+570	Triangular	2,0	1,0	0,5	Mampostería de piedra	0,2
2+680	2+760	Triangular	2,0	1,0	0,6	Mampostería de piedra	0,2
3+680	3+770	Triangular	2,0	1,0	0,6	Mampostería de piedra	0,2
3+810	3+890	Triangular	2,0	1,0	0,7	Mampostería de piedra	0,2
3+940	3+980	Triangular	2,0	1,0	0,7	Excavación en roca maciza	0,2
4+010	4+080	Triangular	2,0	1,0	0,6	Excavación en roca maciza	0,2
4+160	4+220	Triangular	2,0	1,0	0,7	Mampostería de piedra	0,2
4+440	4+600	Triangular	2,0	1,0	0,7	Mampostería de piedra	0,2
4+800	4+860	Triangular	2,0	1,0	0,6	Mampostería de piedra	0,2
4+880	4+920	Triangular	2,0	1,0	0,6	Mampostería de piedra	0,2
5+110	5+200	Triangular	2,0	1,0	0,5	Mampostería de piedra	0,2
5+280	5+320	Triangular	1,0	2,0	0,7	Mampostería de piedra	0,2

Tabla 27: Dimensiones de las cunetas de derivación proyectadas para la carretera Pampa Verde

- Diseño de Cunetas y Canales de Derivación

El dimensionamiento de las secciones de las cunetas y canales de derivación fueron determinados utilizando ecuaciones de flujo uniforme con el flujo pico que ocurra en el extremo aguas abajo de cada tramo. El borde libre en todos los tramos fue especificado en 0.30 m o el 20% de la energía específica del flujo, además se suma la elevación extra en curvas.

Cunetas de Derivación

Las cunetas de derivación ubicadas en las banquetas de los taludes estabilizados, diseñadas para la etapa de operación, derivan los flujos de escorrentía superficial que se presentan en los taludes mencionados y permiten drenar hacia las estructuras de colección ubicadas aguas abajo y que complementan el sistema de drenaje de la carretera Pampa Verde. En la Tabla 28 se muestra el resumen del dimensionamiento de las cunetas de derivación en banquetas de taludes estabilizados de los tramos críticos de la carretera.

Tramo		Tipo de Sección	Talud Izq. (H:1V)	Talud Der. (H:1V)	Altura (m)	Tipo de Revestimiento	Espesor (m)
Desde	a						
1+630	1+680	Triangular	1,0	1,0	0,5	Mampostería de piedra	0,15
2+050	2+130	Triangular	1,0	1,0	0,5	Mampostería de piedra	0,15
2+390	2+420	Triangular	1,0	1,0	0,5	Mampostería de piedra	0,15
2+520	2+570	Triangular	1,0	1,0	0,5	Mampostería de piedra	0,15
2+680	3+770	Triangular	1,0	1,0	0,5	Mampostería de piedra	0,15
3+810	3+890	Triangular	1,0	1,0	0,5	Mampostería de piedra	0,15
3+940	3+980	Triangular	1,0	1,0	0,5	Mampostería de piedra	0,15
4+010	4+080	Triangular	1,0	1,0	0,5	Mampostería de piedra	0,15
4+160	4+220	Triangular	1,0	1,0	0,5	Mampostería de piedra	0,15
4+440	4+600	Triangular	1,0	1,0	0,5	Mampostería de piedra	0,15
4+800	4+860	Triangular	1,0	1,0	0,5	Mampostería de piedra	0,15
4+880	4+920	Triangular	1,0	1,0	0,5	Mampostería de piedra	0,15
5+110	5+200	Triangular	1,0	1,0	0,5	Mampostería de piedra	0,15
5+280	5+320	Triangular	1,0	1,0	0,5	Mampostería de piedra	0,15

Tabla 28: Dimensionamiento de las cunetas de derivación

Canales de Derivación

Los canales de derivación ubicados en las zonas altas de los taludes estabilizados, diseñados para la etapa de operación, derivan los flujos de escorrentía superficial que se presentan en las laderas de aporte hacia los taludes mencionados y permiten drenar hacia las estructuras de colección ubicadas aguas abajo y que complementan el sistema de drenaje de la carretera Pampa Verde. En la Tabla 29 también se muestra el resumen del dimensionamiento de las cunetas de derivación en banquetas de taludes estabilizados de los tramos críticos de la carretera.

Tramo		Tipo de Sección	Talud Izq. - Der. (H:1V)	Base (m)	Altura (m)	Tipo de Revestimiento	Espesor (m)
Desde	a						
3+940	3+980	Trapezoidal	0,6	0,6	0,6	Mampostería de piedra	0,2
4+440	4+600	Trapezoidal	0,6	0,6	0,6	Mampostería de piedra	0,2
5+280	5+320	Trapezoidal	0,6	0,6	0,6	Mampostería de piedra	0,2

Tabla 29: Resumen del dimensionamiento de las cunetas de derivación en banquetas de taludes

- **Diseño de Rápidas y Estructuras de Colección.**

El dimensionamiento de las secciones de las rápidas fueron determinados utilizando ecuaciones de flujo uniforme con el flujo pico que ocurra en el extremo aguas abajo de cada tramo. El borde libre en todos los tramos fue especificado en 0.30 m o el 20% de la energía específica del flujo. Las altas pendientes de la rápida condicionan la velocidad del flujo supercrítico y el requerimiento de disipación de energía por medio de estructuras colectoras aguas abajo de la rápida. En la Tabla 30 se muestra el resumen del dimensionamiento de las rápidas y estructuras de colección proyectadas.

Ubicación	Tipo de Sección	Rápida				Estructura de Colección	
		Base (m)	Altura (m)	Tipo de Revestimiento	Espesor (m)	Longitud (m)	Estructura
1+630	Rectangular	0,5	0,5	Mampostería de piedra	0,2	1,8	Concreto armado
2+390	Rectangular	0,5	0,5	Mampostería de piedra	0,2	2,1	Concreto armado
2+570	Rectangular	0,5	0,5	Mampostería de piedra	0,2	1,5	Concreto armado
3+680	Rectangular	0,5	0,5	Mampostería de piedra	0,2	1,8	Concreto armado
3+810	Rectangular	0,5	0,5	Mampostería de piedra	0,2	2,1	Concreto armado
3+980	Rectangular	0,5	0,5	Mampostería de piedra	0,2	2,1	Concreto armado
4+030	Rectangular	0,5	0,5	Mampostería de piedra	0,2	1,8	Concreto armado
4+160	Rectangular	0,5	0,5	Mampostería de piedra	0,2	2,1	Concreto armado
4+500	Rectangular	0,5	0,5	Mampostería de piedra	0,2	2,1	Concreto armado
4+800	Rectangular	0,5	0,5	Mampostería de piedra	0,2	1,8	Concreto armado
4+920	Rectangular	0,5	0,5	Mampostería de piedra	0,2	1,8	Concreto armado
5+110	Rectangular	0,5	0,5	Mampostería de piedra	0,2	1,5	Concreto armado
5+280	Rectangular	0,5	0,5	Mampostería de piedra	0,2	2,1	Concreto armado

Tabla 30: Resumen del dimensionamiento de las rápidas y estructuras de colección proyectadas.

- **Diseño de Alcantarillas.**

El dimensionamiento de las alcantarillas fue determinado por la capacidad del paso del caudal de diseño con una carga hidráulica menor o igual a 1.5 veces el diámetro en el extremo aguas arriba de cada alcantarilla. Las alcantarillas se verificaron para dimensiones que permitan un flujo uniforme en el interior en los tramos de baja pendiente, evitando generar remansos aguas arriba. En la Tabla 31 se muestra el resumen del dimensionamiento de las alcantarillas.

Alcantarilla	Progresiva	Diámetro (mm)	Pendiente (%)
Nº1-A	2+100	600	2 (mín.)
Nº2-A	4+000	600	2 (mín.)
Nº3-A	4+160	600	2 (mín.)
Nº4-A	4+920	600	2 (mín.)

Tabla 31: Resumen del dimensionamiento de las alcantarillas

1. 7. Obras para controles Medio Ambientales.

A.1 Introducción:

En el proyecto Pampa Verde se han utilizado diferentes tipos de Geosintéticos, los geosintéticos son materiales polimérico no biodegradable utilizado en varios proyectos de construcción, en general el término geosintético incluye:

- Geotextil
- Geomalla
- Geomembrana
- Georred
- Geospuma
- Geocompuesto

La siguiente tabla 32 proporciona una lista parcial de los materiales poliméricos utilizados para la fabricación de los geosintéticos. En las secciones siguientes se da una breve descripción de varios tipos de geotextil y geomalla disponibles comercialmente junto con sus propiedades de resistencia requerida para el diseño de muros de contención

Material	Gravedad específica	Punto de fusión (°C)
Polietileno	0.96	110-140
Polipropileno	0.91	160-170
Poliéster	1.22-1.38	250-290
Poliamida (nylon)	1.05-1.14	210-260

Tabla 32: Lista de algunos materiales poliméricos para la fabricación de geosintéticos

A.2 Geotextil:

Tenemos 2 tipos de geotextil, tejido, de punto o no tejido

Los geotextiles tejidos están hechos de dos conjuntos de filamentos o hebras de hilo entrelazados sistemáticamente para formar una estructura plana paralela.

Los geotextiles de punto de forman por el empalme de una serie de lazos de uno o más filamentos o hebras de hilo para formas una estructura plana.

Los geotextiles no tejidos se forman a partir de filamentos o fibras cortas dispuestas en un modelo orientado al azar o en una estructura plana. Estos filamentos o fibras cortas se disponen en una banda suelta en el comienzo y luego se unen mediante uno o una combinación de los siguientes procesos

Enlace químico: Por pegamento, goma, látex, un derivado de celulosa o similar.

Enlace térmico: Unión por calor para la fusión parcial de los filamentos.

Enlace mecánico: unión por punzonado

Los geotextiles punzonados no tejidos son gruesos y tienen alta permeabilidad en el plano.

Los geotextiles tienen cuatro usos principales en la ingeniería de cimentación:

Drenaje: Los tejidos pueden canalizar rápidamente agua del suelo a diversos puntos de salida, proporcionando de este modo una mayor resistencia del suelo al corte y, por lo tanto estabilidad.

Filtración: Cuando se coloca entre dos capas de suelo, una de grano grueso y la otra de grano fino, el tejido permite la libre filtración de agua de una capa a la otra. Sin embargo, éste protege el asuelo de grano fino de ser lavado en el suelo de grano grueso.

Separación: Los geotextiles ayudan a mantener varias capas de suelo separadas después de la construcción y durante el periodo de servicio previsto

de la estructura. Por ejemplo, en la construcción de carreteras un subsuelo arcilloso puede mantenerse separado de una capa de base granular.

Refuerzo: La resistencia a la tensión de los geotextidos aumenta la capacidad de soporte de carga del suelo.

La Tabla 33 proporciona un rango general de algunas propiedades de los geotextiles (Shukla, 2002)

Tipo de geotextil		Resistencia a la tensión (Kn/m)	Extension a carga máxima (%)	Masa por unidad de área (g/m ²)
No tejido	Enlace térmico	5-25	20-60	50-380
	Punzonamiento	10-90	30-80	100-3000
Tejido	Monofilamento	20-80	20-40	200-300
	Multifilamento	50-1250	10-35	300-1500
De punto	Trama	2-5	300-600	150-300
	Torcido	20-800	12-30	250-1000

Tabla 33: Rango general de algunas propiedades de los geotextiles.

A.3 Geomalla:

Las geomallas son materiales poliméricos de alto modulo como el polipropileno y el polietileno, y se preparan mediante estiramiento. Netlon. Ltd., del Reino Unido. Fue el primer productor de geomallas. En 1982, el Tensar Corporation, produce actualmente; Tensar Internacional Corporation, presentó las geomallas en Estados Unidos.

Las geomallas son generalmente de dos tipos (a) uniaxial y (b) biaxial.

Las geomallas disponibles en el mercado pueden clasificarse según el proceso de fabricación, principalmente: extrusión, tejido y por soldadura. Las geomallas extruidas se forman utilizando una hoja gruesa de polietileno o polipropileno que se perfora y se estira para crear aberturas y mejorar las propiedades de ingeniería de las costillas y los nodos resultantes.

Las geomallas tejidas se fabrican mediante agrupación polimérica, generalmente poliéster y polipropileno, y tejiendo en ellas un patrón de malla que se recubre con una laca poliméricas.

Las geomallas soldadas se fabrican por la fusión de las uniones de bandas poliméricas.

Las geomallas extruidas han demostrado un buen rendimiento en comparación con otros tipos para aplicaciones de refuerzo de pavimento.

Las geomallas comerciales actualmente disponibles para refuerzo de suelos tienen espesores de costilla nominal de aproximadamente 0.5 a 1.5 mm y uniones de entre 2.5 a 5 mm. Las mallas utilizadas para el refuerzo de suelo por lo general tienen orificios o aberturas que son rectangulares o elípticas. Las dimensiones de las aberturas varían de aproximadamente 25 a 150 mm.

Las geomallas se fabrican de modo que las áreas abiertas de las rejillas sean mayores que 50% de la superficie total. Desarrollan refuerzo de la capacidad a niveles bajos de deformación, como 2%

La función principal de las geomallas es el refuerzo. Son relativamente rígidas. Las aberturas son lo suficientemente grandes para permitir el entrelazado con el suelo o la roca circundante para realizar la función de refuerzo o de segregación (o ambas). Sarsby (1985) investigó la influencia del tamaño de la abertura sobre el tamaño de partículas de suelo para la eficiencia.

Tipo de geomalla	Resistencia a la tensión (Kn/m)	Extensión a carga máxima (%)	Masa por unidad de área (g/m ²)
Extruida	10-200	20-30	200-1200
Base Textil			
De punto	20-400	5-20	150-1200
Tejida	20-250	5-20	150-1200

Tabla 34: Rango general de algunas propiedades de los geomalla.

En el Anexo D se detalla el diseño final, características y especificaciones para su colocación en el proyecto “Pampa Verde”.

1.7.1. Geomanta para Control de Erosión

La Geomanta sintética de control de erosión consiste de una matriz 100% de fibra de polipropileno estabilizado contra rayos ultravioleta. La matriz está confinada por ambos lados con redes pesados de polipropileno estabilizado contra rayos ultravioleta. Producida a máquina de tal manera de formar un tejido de entramado tridimensional, altamente resistentes a deterioro químico o del ambiente.

1.7.1.1. Diseño.

La manta deberá estar cosida cada 3,81cm (1,5 pulg), de puntada a puntada con hilo de polipropileno estabilizado contra rayos ultravioleta. La manta presenta dimensiones de 2,03 m x 32,92 m y un peso aproximado de 27,66 kg +/- 10%.

La composición del material está compuesta de la siguiente manera:

- Red de Arriba: Polipropileno estabilizado contra rayos ultravioleta (2,44 Kg/100 m²), con dimensiones de 1,27cm x 1,27cm.
- Matriz: 100% Fibra de Polipropileno estabilizado contra rayos ultravioleta (0,38 Kg/m²).
- Red de Abajo: Polipropileno estabilizado contra rayos ultravioleta (1,47 Kg/100 m²), con dimensiones de 1,57cm x 1,57cm.
- Hilo: 100% Hilo Polipropileno Negro Estabilizado contra rayos ultravioleta.



Foto 15: Geomanta

La geomanta, por ser un sintético no corrugado, ayuda a drenar el agua de lluvia en menor tiempo evitando sobresaturación y generación de lodos.

1.7.1.2. Materiales.

Para nuestro proyecto se emplearon rollos de geomantas de 4 metros de ancho por 100 metros de longitud.

Fierro corrugado de 3/8" doblado en "U" con un extremo más corto y el otro extremo en punta.

1.7.1.3. Instalación.

Se empieza con la excavación de zanja de anclaje de 0.30 x 0.30 m en la cresta del talud y alejado 1.5 metros del hombro de corte.

Aseguramos las mantas con fierro corrugado formando mallas de 3 m de longitud a lo largo y 2 m a lo ancho.

Por lo general el personal que instala estas mantas, cuenta con entrenamiento y suficiencia médica para realizar trabajos en altura.

1.7.2. Cunetas de Coronación.

1.7.2.1. Diseño

Las cunetas de coronación se emplean para captar aguas de escorrentía de no contacto (agua libre de contaminación) para derivarlas fuera de un área de trabajo o fuera un área de posible contaminación.

Los canales de coronación se emplean también para ayudar en la estabilidad de taludes de fácil erosión.



Foto 16: Cunetas de coronación

El cálculo de las dimensiones, está en función del área aportante y de la intensidad de precipitación del lugar de trabajo, siempre debe construirse con sección trapezoidal.

En canales de coronación con pendientes menores a 2%, se debe emplear material impermeable (geomembrana) a fin de evitar infiltración e inestabilidad.



Foto 17: Recubrimiento con geomembrana en Canal de Coronación, progresiva 3+950

1.7.2.2. Materiales

- Geomembrana de 0.5 mm.
- Sacos de polietileno.

1.7.2.3. Instalación.

- Excavación y perfilado de zanja.
- Excavación de zanja de anclaje (solo en el talud aguas arriba).
- Instalación de geomembrana (paños de 50 metros lineales).
- Anclaje de geomembrana con zanja de anclaje (talud aguas arriba) y sacos (talud aguas abajo).

1.7.3. Shenk Dams

1.7.3.1. Diseño

Estructuras transversales para el control de erosión y arrastre de sedimentos en cunetas. Cumplen la función de desarenadores.

Se construyen generalmente de roca y separados a una distancia que está en función a la pendiente de la vía de acceso y área aportante.

Al trabajar por retención de flujo, pierde eficiencia en lugares con picos de precipitación alta.

1.7.3.2. Materiales

Material over (con dimensiones entre 0.1 y 0.3m de diámetro).

1.7.3.3. Instalación

- Evaluación de pendientes, área aportante y precipitación para determinar la distancia adecuada entre Sheck Dams.

- Construcción de barreras transversales a la cuneta.
- La altura, no supera en ningún caso el nivel de rasante de la vía.
- La cresta tiene forma de un arco.

1.7.4. Silt Fences

1.7.4.1. Diseño

Estructuras que se emplean para el control de erosión de suelos no consolidados o donde se ha retirado la cubierta natural.

También se puede emplear en trabajos de reforestación y forestación.

Se instalan en forma de un arco y a alturas menores de 1 metro. Se aseguran con estacas de madera separados a 4 metros.



Foto 18: Silt Fences

1.7.4.2. Materiales

- Tela arpillera de polietileno
- Estacas de madera de 1. 2 metros de altura.

- Hilo de polietileno.

1.7.4.3. Instalación

- Conformación de zanja de anclaje de 0. 2 x 0. 2 metros.
- Instalación de estacas de madera separados a 4 metros de distancia.
- Instalación de tela arpillera de polietileno.

1.7.5. Pozas para sedimentos.

1.7.5.1. Diseño

Las pozas se construyen en función de su utilidad o fines que se requieran, volúmenes que se desean captar, sistemas de derivación y técnicas de tratamiento.



Foto 19: Pozo para sedimentos

1.7.5.2. Materiales

- Geomembrana
- Geotextil

1.7.5.3. Instalación

El cliente entregará el diseño de la poza a construir al supervisor de medio ambiente y se deberá realizar el levantamiento topográfico durante la construcción de la poza.

Si la zona presenta cobertura vegetal, se procederá con el desbroce, luego se retirará el suelo orgánico (siguiendo lo indicado en el procedimiento de manejo de suelo orgánico); y el material inorgánico hasta llegar a una capa sólida.

Se construirán banquetas las cuales serán compactadas con excavadora con la finalidad de brindar la estabilidad al talud.

Luego se conforman los taludes de acuerdo al diseño de los planos proporcionados por el cliente, considerando los levantamientos topográficos. Seguidamente se construye La Zanja de anclaje donde se anclará el geotextil y la geomembrana, posteriormente se realizara su tendido y aseguramiento.

Se realiza remediaciones en las zonas afectadas colocando biomanta sobre material orgánico para evitar la erosión.

Si fuera necesario se colocará geomembrana en los taludes externos de la poza con la finalidad de evitar la erosión por lluvias y/o rebose del agua de la poza.

1.7.6. Otros Controles.

Biomantas

Este geosintético también llamado ECB (Erosión Control Blanket) por sus siglas en inglés, tiene como objetivo el refuerzo del suelo mediante fibras naturales 100% biodegradables en periodos. Este refuerzo consiste en la vegetación de suelos con poca o gran cantidad de humedad.

La biomanta que suministramos proporciona estabilidad, contención del suelo y protección de semillas para acelerar el proceso de vegetación con un sistema reforzado de raíces. Esta biomanta esta reforzada con una red de polipropileno en una o ambas caras.

La función de la Biomanta es recubrir el suelo para evitar la erosión, específicamente en el caso de Pampa Verde que estaba compuesto por Top Soil, permitiendo así el crecimiento de plantas y otros para que puedan aportar en evitar pequeños deslizamientos de material.



Foto 20: Otros controles Biomantas

Geoceldas

Del mismo modo que las Biomantas este recubrimiento se usa para las caras expuestas de taludes pocos pronunciados donde no es necesario un sostenimiento.

La función de la Geocelda es sostener el suelo para evitar la erosión, su función es más eficaz que la Biomanta porque permite tener espacios para que el Top Soil se albergue y así evite su

deslizamiento por precipitaciones fuertes, permitiendo además el crecimiento de plantas y otros importantes para evitar la erosión antes mencionada.



Foto 21: Geoceldas

1.8. Costos

1.8.1. Panel de Control

Nuestro proyecto para llevar el control de los costos maneja el Software Oracle Business, aquí el programa almacena todos los ingresos y salidas de almacén además ordenes de servicio entre otros costos, de forma ordenada mediante una estructura de costos por frentes y partidas, de tal forma que podemos exportar los mismos y comparar nuestras brechas por rubros y/o algún detalle, nuestra hoja de Panel de Control es el resumen general de este control de costos en donde distinguimos brechas por rubros y otros indicadores de gran importancia, así como flujos de caja, ratios de productividad y curva S Valorizada.



PANEL DE CONTROL
(1012) PAMPA VERDE - SAN PEDRO SUR / 2012-12

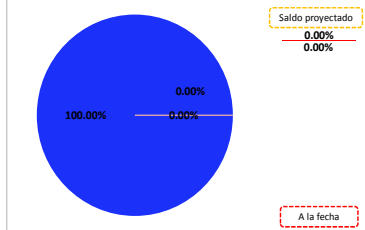
GyM.SGP.PG.45-A01
Revisión : 01
Fecha : 07/12/2012

RESULTADOS DE OBRA

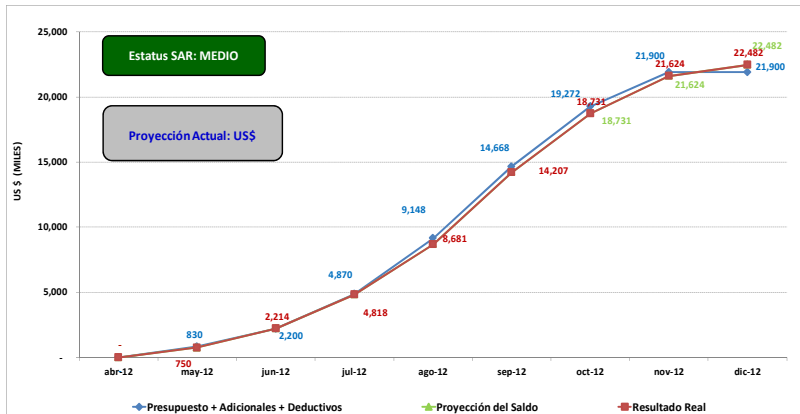
	Gestión Acumulada a la Fecha				Gestión Proyectada al Cierre			
	Ppto Meta + Adicionales + Deductivos	Resultado Acumulado Real	Brechas		Ppto Meta + Adicionales + Deductivos	Proyección al Cierre (Real + Saldo)	Brechas	
			US \$	(%)			US \$	(%)
Total Venta	21,687,784	22,960,667	-1,272,883	6%	21,687,784	22,960,667	-1,272,883	6%
Mano de Obra	5,591,307	6,312,788			5,591,307	6,312,788		
Materiales	2,199,739	2,122,074			2,199,739	2,122,074		
Equipos	4,438,712	5,019,530			4,438,712	5,019,530		
Sub Contratas	3,209,900	2,907,949			3,209,900	2,907,949		
Costos Indirectos	3,349,319	2,570,944			3,349,319	2,570,944		
Financieros y OIE	12,663	-50,061			12,663	-50,061		
Total Costos	18,801,641	18,883,224	-81,583	0%	18,801,641	18,883,224	-81,583	0%
Utilidad Bruta (US \$)	2,886,144	4,077,443			2,886,144	4,077,443		
Margen Bruto (%)	13.3%	17.8%			13.3%	17.8%		
Margen Bruto con Riesgos (%)								

GESTION DE ADICIONALES

Detalle del Presupuesto + Adicionales + Reclamos		Monto US \$
Contractual (A Fin de Obra)		17,525,327
Adicionales Aprobados (A Fin de Obra)		-
Adic. Pend. de Aprob. + Reclamos (Saldo Proyectado)		-
Adic. Pend. de Aprob. + Reclamos (A la Fecha)		-
MONTO TOTAL DE OBRA	US \$	17,525,327



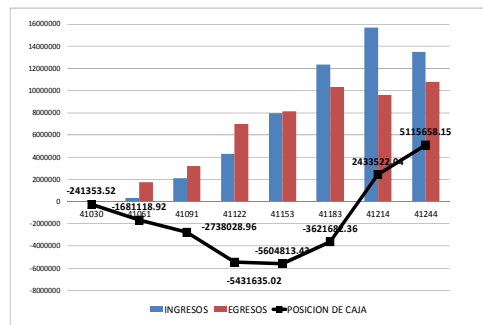
CURVA S - AVANCE VALORIZADO



FACTORES CLAVE DE EXITO

Indicador	Meta	Indicadores de Calidad		
		octubre 12	noviembre 12	diciembre 12
IEHH	< 0.07	0.00	0.00	0.00
ICP	≥ 0.5 H-H / Persona-Mes	0.00	0.00	0.00
IPNC	"0" al final del proyecto	0.00	0.00	0.00
IAPR	1 cada 5000 H-H	0.00	0.00	0.00

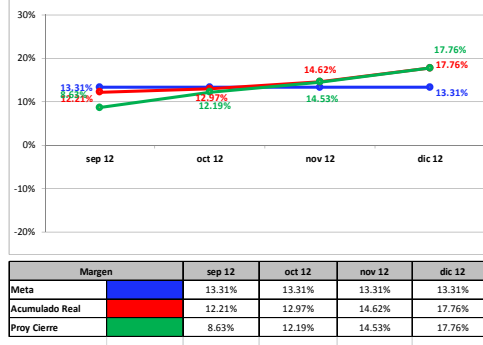
POSICION DE CAJA



VALORIZACIONES Y COBRANZAS A LA FECHA

VALORIZACION ACUMULADA A LA FECHA	TOTAL
FACTURADO Y COBRADO	18,730,586
FACTURADO POR COBRAR - VENCIDO	-
FACTURADO POR COBRAR - NO VENCIDO	2,893,794
PROVISION DE VALORIZACION NO FACTURADA	857,644
PROVISION DE ADICIONALES PENDIENTE DE APROBACION Y RECLAMOS	-
SALDO DE OBRA POR EJECUTAR	-
TOTAL MONTO DE OBRA	US \$ 22,482,024

MARGEN BRUTO



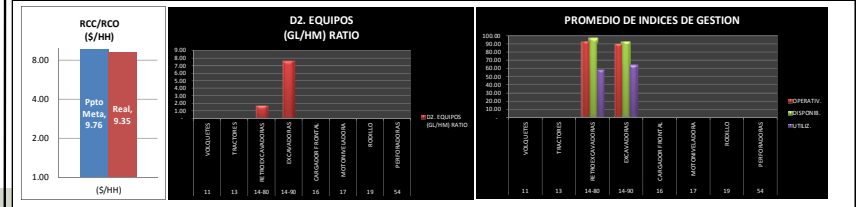
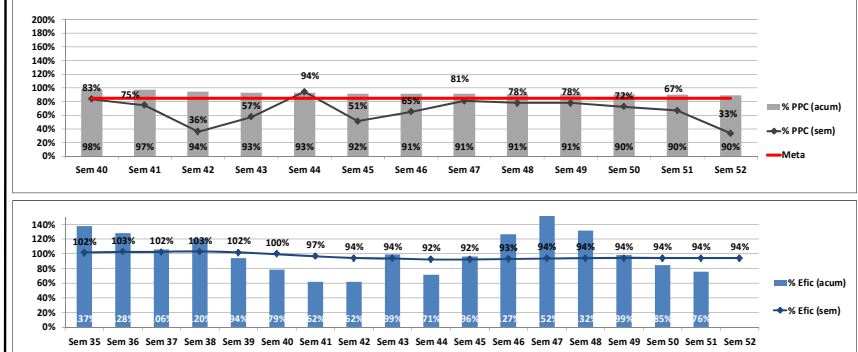
PREVENCION DE RIESGOS

Indicador	Meta	octubre 12		noviembre 12		diciembre 12	
		Mens	Acum	Mens	Acum	Mens	Acum
Frecuencia	≤ 1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gravedad		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Indice de Desempeño		0.11		0.08		0.24	

INFORMACION COMPLEMENTARIA

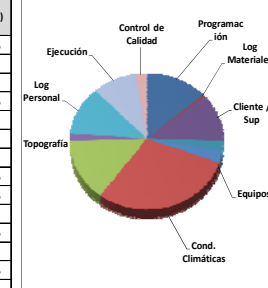
Lugar: Departamento de Cajamarca - Provincia de Pulan - Distrito de San Miguel
Plazo: Noviembre del 2012
Alcance: Construcción de la Carretera Pampa Verde - San Pedro Sur, y Construcción del Deposito de Desmonte de la Mina Pampa Verde
Contrato: Precios Unitarios
Riesgos: Problemas Sociales
Problemas Ambientales
Hito Final inamovible

PROGRAMACION / PRODUCTIVIDAD



CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO (ACUM)

Filas	Variables	Porcentaje
Programación		13%
Log Materiales		0%
Incump Frente		0%
Cliente / Sup		12%
Externo		2%
Ingeniería		0%
Equipos		3%
Cond. Climáticas		29%
Comunidades		14%
Topografía		2%
Log Personal		12%
Permisos		0%
Ejecución		10%
Control de Calidad		2%



PLAZO

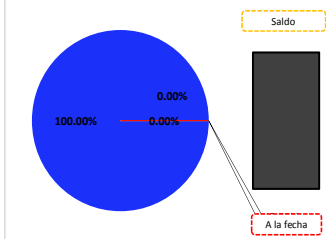
HITOS	FECHA	ESTATUS
R. TRANSF. Y ARRANQUE		
R. DE COMPROMISOS		
HITO 1	NOV-12	Se aplicó el 15 de Diciembre por TBM
HITO 2	NOV-12	Se aplicó el 15 de Diciembre por TBM
FIN DE OBRA	NOV-12	Se aplicó el 15 de Diciembre por TBM
REUNION DE CIERRE		

RESULTADOS DE OBRA

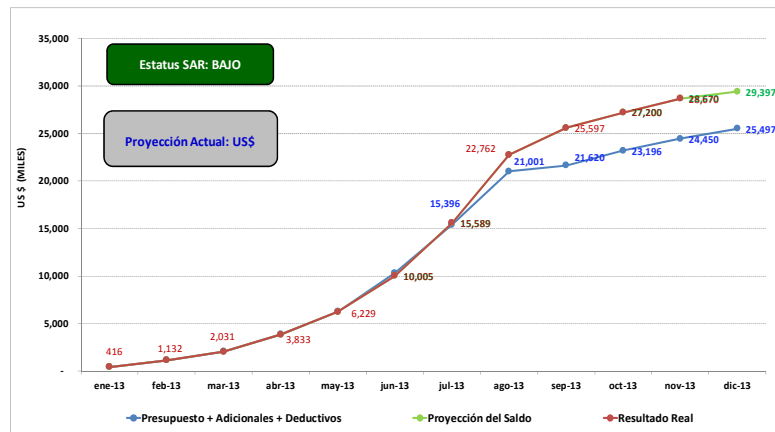
	Gestión Acumulada a la Fecha				Gestión Proyectada al Cierre			
	Ppto Meta + Adicionales + Deductivos	Resultado Acumulado Real	Brechas		Ppto Meta + Adicionales + Deductivos	Proyección al Cierre (Real + Saldo)	Brechas	
			US \$	(%)			US \$	(%)
Total Venta	25,496,996	29,396,869	3,899,873	15%	25,496,996	29,396,869	3,899,873	15%
Mano de Obra	6,059,795	6,538,154			6,059,795	6,538,154		
Materiales	3,072,356	3,232,622			3,072,356	3,232,622		
Equipos	5,236,944	5,914,889			5,236,944	5,914,889		
Sub Contratas	3,566,862	4,448,427			3,566,862	4,448,427		
Costos Indirectos	3,453,317	3,537,396			3,453,317	3,537,396		
Financieros y OIE	24,165	-435,775			24,165	-435,775		
Total Costos	21,413,438	23,235,712	-1,822,274	-9%	21,413,438	23,235,712	-1,822,274	-9%
Utilidad	4,083,558	6,161,157			4,083,558	6,161,156.61		
Margen Operativo (%)	16.02%	20.96%			16.02%	20.96%		

GESTION DE ADICIONALES

Detalle del Presupuesto + Adicionales + Reclamos	Monto US \$
Contractual (A Fin de Obra)	19,615,594
Adicionales Aprobados (A Fin de Obra)	
Adic. Pend. de Aprob. + Reclamos (Saldo Proyectado)	
Adic. Pend. de Aprob. + Reclamos (A la Fecha)	
MONTO TOTAL DE OBRA	US \$ 19,615,594



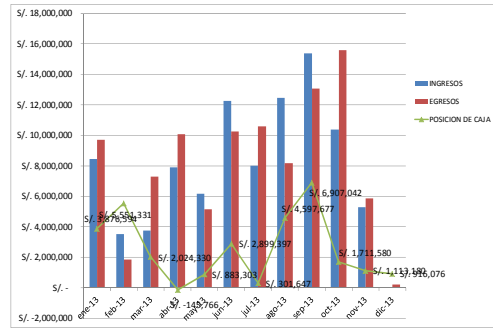
CURVA S - AVANCE VALORIZADO



FACTORES CLAVE DE EXITO

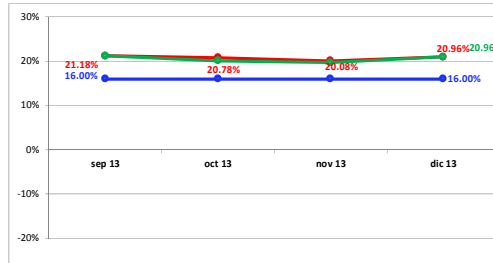
Indicador	Indicadores de Calidad			
	Meta	octubre 13	noviembre 13	diciembre 13
IEHH	< 0.07	0.00	0.00	0.00
ICP	≥ 0.5 H-H / Persona-Mes	0.00	0.00	0.00
IPNC	"0" al final del proyecto	0.00	0.00	0.00
IAPR	1 cada 5000 H-H	0.00	0.00	0.00

POSICION DE CAJA



VALORIZACIONES Y COBRANZAS A LA FECHA	TOTAL
VALORIZACION ACUMULADA A LA FECHA	30,004,110
FACTURADO Y COBRADO	27,672,063
FACTURADO POR COBRAR - VENCIDO	1,621,047
FACTURADO POR COBRAR - NO VENCIDO	711,001
PROVISION DE VALORIZACION NO FACTURADA	-
DIFERENCIA TC POR DEVOLUCION DE ADELANTO	-
SALDO DE OBRA POR EJECUTAR	-
TOTAL MONTO DE OBRA	US \$ 30,004,110

MARGEN BRUTO



Margen	sep 13	oct 13	nov 13	dic 13
Meta	16.00%	16.00%	16.00%	16.00%
Acumulado Real	21.18%	20.78%	20.08%	20.96%
Proy Cierre	21.19%	20.10%	19.68%	20.96%

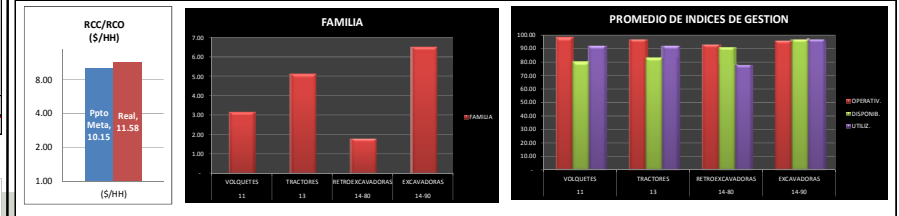
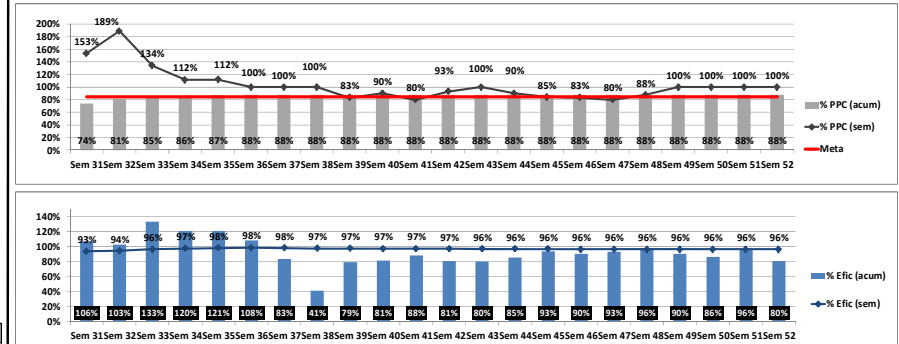
PREVENCION DE RIESGOS

Indicador	Meta	octubre 13		noviembre 13		diciembre 13	
		Mens	Acum	Mens	Acum	Mens	Acum
Frecuencia	<= 1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gravedad		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Indice de Desempeño		0.08		0.08		0.08	

INFORMACION COMPLEMENTARIA

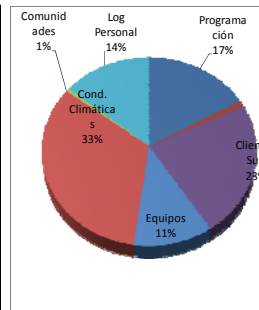
Lugar: Departamento de Cajamarca - Provincia de Pulan - Distrito de San Miguel
Plazo: 14 de Septiembre
Alcance: Construcción de la Carretera Pampa Verde - San Pedro Sur, y Construcción del Deposito de Desmonte de la Mina Pampa Verde
Contrato: Precios Unitarios/Valorización T&M
Riesgos: Problemas Sociales
Problemas Ambientales/Climaticos
Hito Final inamovible

PROGRAMACION / PRODUCTIVIDAD



CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO (ACUM)

Variables	Porcentaje
Programación	17%
Log Materiales	1%
Incump Frente	0%
Cliente / Sup	23%
Externo	0%
Ingeniería	0%
Equipos	11%
Cond. Climáticas	33%
Comunidades	1%
Topografía	0%
Log Personal	14%
Permisos	0%
Ejecución	0%
Control de Calidad	0%



PLAZO

HITOS	FECHA	ESTATUS
R. TRANSF. Y ARRANQUE		
R. DE COMPROMISOS		
HITO 1	ago-13	
HITO 2	sep-13	
FIN DE OBRA	sep-13	
AMPLIACION DE CONTRATO PRE-MINADO	nov-13	
AMPLIACION DE CONTRATO PRE MINADO FASE 1-2	dic-13	

1.8.2. Presupuesto vs Ejecución

En el siguiente cuadro hacemos una comparación de las diferencias que existieron por rubros en cuando al presupuesto inicial presentado al cliente y el presupuesto finalmente ejecutado, concluimos que estas brechas se dan por adicionales o mayores alcances que se presentaron en el proyecto, sin embargo la Venta de igual forma es mayor resultando un buen margen significativo.

RUBRO	PRESUPUESTO	PRESUPUESTO BASE DE CONTROL (REUNION DE COMPROMISOS)	ADICIONALES	PRESUPUESTO TOTAL DE CONTROL	COSTO REAL	BRECHAS	
						US \$	%
Mano de Obra	5,591,307	4,033,042	254,452	4,287,494	6,312,788	-721,481	-47.24%
Materiales	2,199,739	3,167,629	85,405	3,253,034	2,122,074	77,665	34.77%
Equipo	4,438,712	4,716,650	168,222	4,884,872	5,019,530	-580,818	-2.76%
Subcontrata	3,209,900	2,800,207	80,159	2,880,366	2,907,949	301,951	-0.96%
Subtotal Costo Directo	15,439,659	14,717,528	588,238	15,305,766	16,362,341	-922,683	-6.90%
Gastos Generales	3,361,982	4,608,954	23,050	4,632,004	2,520,883	841,100	45.58%
Costo Total	18,801,641	19,326,482	611,288	19,937,770	18,883,224	-81,583	5.29%
Margen	2,886,144	2,972,469	50,428	3,022,897	4,077,443		
TOTAL US \$	21,687,784	22,298,951	661,716	22,960,667	22,960,667		
	13.31%	13.33%	7.62%	13.17%	17.76%		

Tabla 35: Presupuesto vs Ejecución 2012

RUBRO	PRESUPUESTO	PRESUPUESTO BASE DE CONTROL (REUNION DE COMPROMISOS)	ADICIONALES	PRESUPUESTO TOTAL DE CONTROL	COSTO REAL	BRECHAS	
						US \$	%
Mano de Obra	4,784,199	5,020,350	723,072	5,743,422	5,855,301	-834,951	-1.95%
Materiales	2,889,639	3,032,273	675,498	3,707,770	2,914,843	117,430	21.39%
Equipo	3,759,051	3,944,600	729,377	4,673,977	5,099,512	-1,154,912	-9.10%
Subcontrata	3,160,922	3,316,947	1,591,888	4,908,835	4,355,360	-1,038,413	11.28%
Subtotal Costo Directo	14,593,811	15,314,169	3,719,835	19,034,004	18,225,017	808,988	4.25%
Gastos Generales	2,195,659	3,164,554	136,913	3,301,467	3,196,775	-32,221	3.17%
Costo Total	16,789,470	18,478,723	3,856,748	22,335,471	21,421,792	913,679	4.09%
Margen	2,826,124	3,520,375	1,004,035	4,524,410	5,438,090		
TOTAL US \$	19,615,594	21,999,098	4,860,783	26,859,881	26,859,881		
	14.41%	16.00%	20.66%	16.84%	20.25%		

Tabla 36: Presupuesto vs Ejecución 2013

1.8.3. Distribución de Brechas por Causa

CAUSAS	MANO DE OBRA	MATERIALES	EQUIPOS	SUB-CONTRATAS	GASTOS GENERALES	BRECHA POSITIVA		BRECHA NEGATIVA		BRECHA TOTAL
						US\$	%	US\$	%	
1. Propuesta	1,303,813	-1,053,295	-446,160	329,534	-1,270,022	1,633,347	57%	-2,769,477	68%	-1,136,130
Metrados	400,382	-242,625	-345,602			400,382		-588,227	14%	-187,845
Sub-contratas	198,383	-450,670	-80,558	250,706		449,089		-531,228		
Precios Unitarios (rendimientos, cotizaciones de materiales, tarifas de equipos)		-360,000	-20,000					-380,000	9%	-380,000
Omisiones										
Gastos Generales (estimación de gastos financieros, seguros y gastos generales)	705,048				-589,900	705,048	25%	-589,900		115,148
Contratos (revisión y negociación de contratos)				78,828	-360,785	78,828		-360,785		
Aspectos Técnicos (especificaciones técnicas, plazos estimados y procedimientos constructivos)					-319,337			-319,337		
2. Ejecución	-721,481	77,665	-580,818	301,951	841,100	1,220,716	43%	-1,302,299	32%	-81,583
Gestión de Mano de Obra, Materiales y Equipos	-398,000		-294,731					-692,731	17%	-692,731
Gestión Administrativa (manejo tributario, administrativo, legal y financiero, diferencia de tipo de cambio)										
Gestión Contractual (presentación y negociación de valorizaciones, gestión de adicionales y manejo contractual del cliente)										
Gestión de Sub-contratas (negociación y control de sub-contratas: rendimiento mano de obra y materiales)			-234,587	301,951		301,951	11%	-234,587		67,364
Conocimiento Técnico (retrabajos, especificaciones técnicas, procedimientos constructivos)	-173,031		-51,500					-224,531		-224,531
Manejo de Gastos Generales					841,100	841,100	29%			841,100
Gestión de equipos										
Requerimiento de Recursos en Campo (pedidos de emergencia y compras excesivas)	-150,450							-150,450		
Logística (negociación de compras y transporte de materiales, equipos)		77,665				77,665				
TOTAL	582,332	-975,630	-1,026,978	631,485	-428,922	2,854,063	100%	-4,071,776	100%	-1,217,713

Tabla 37: Distribución de Brechas por Causa 2012

CAUSAS	MANO DE OBRA	MATERIALES	EQUIPOS	SUB-CONTRATAS	GASTOS GENERALES	BRECHA POSITIVA		BRECHA NEGATIVA		BRECHA TOTAL
						US\$	%	US\$	%	
1. Propuesta	236,151	142,634	185,549	156,025	968,895	1,689,253	94%	0	0%	1,689,253
Metrados									0%	
Sub-contratas				123,076		123,076	7%			123,076
Precios Unitarios (rendimientos, cotizaciones de materiales, tarifas de equipos)	119,151	80,983	100,563			300,697	17%		0%	300,697
Omisiones										
Gastos Generales (estimación de gastos financieros, seguros y gastos generales)	117,000	61,651			541,957	720,608	40%			720,608
Contratos (revisión y negociación de contratos)										
Aspectos Técnicos (especificaciones técnicas, plazos estimados y procedimientos constructivos)			84,986	32,949	426,938	544,873	30%			544,873
2. Ejecución	-834,951	117,430	-1,154,912	-1,038,413	-32,221	117,430	6%	-3,060,498	100%	-2,943,068
Gestión de Mano de Obra, Materiales y Equipos	-235,075	117,430				117,430	6%	-235,075	8%	-117,646
Gestión Administrativa (manejo tributario, administrativo, legal y financiero, diferencia de tipo de cambio)								0	0%	0
Gestión Contractual (presentación y negociación de valorizaciones, gestión de adicionales y manejo contractual del cliente)			-51,500					-51,500	2%	-51,500
Gestión de Sub-contratas (negociación y control de sub-contratas: rendimiento mano de obra y materiales)			-100,823	-1,038,413				-1,139,236	37%	-1,139,236
Conocimiento Técnico (retrabajos, especificaciones técnicas, procedimientos constructivos)										0
Manejo de Gastos Generales					-32,221			-32,221	1%	-32,221
Gestión de equipos			-301,855					-301,855	10%	-301,855
Requerimiento de Recursos en Campo (pedidos de emergencia)	-599,876		-700,734					-1,300,610	42%	-1,300,610
Logística (negociación de compras y transporte de materiales, equipos)										0
TOTAL	-598,801	260,064	-969,364	-882,389	936,674	1,806,683	100%	-3,060,498	100%	-1,253,815

Tabla 38 Distribución de brechas por causa 2013

1.8.4. Herramientas de Control

1.8.4.1. Partidas de Control Oracle

De acuerdo a lo descrito en el capítulo 1.8.1, en el Software Oracle Business llevamos el control de todos los costos del proyecto mediante una codificación relacionada con las actividades del proyecto para así poder identificar las brechas u otras informaciones en cuanto a control de costos, a continuación presentamos la el resumen de las mismas que constan de frentes resumidos con una codificación de 2 dígitos y partidas resumidas con codificación de 4 dígitos.

FRENTE	DESCRIPCION	PARTIDA	DESCRIPCION
AD	ACCESO DE DESCARGA DDM	EXC1	Excavacion Inorganico
		REL1	Relleno Material Comun
		AFIR	Afirmado
		ESTB	Estabilizacion
AG	ACTIVIDADES GENERALES DE CONSTRUCCION	AG01	Movilización y Desmovilizacion de equipos
		AG03	Construcción y mantenimiento de accesos temporales
		AG05	Preliminares y Generales (Campamentos, almacenes, Staff, Control de Calidad)
		AG06	Trazo, Nivelación y Replanteo
		AG07	Programa de Seguimiento Ambiental
AP	ACCESO PERIMETRAL DDM	EXC1	Excavacion Inorganico
		EXC2	Excavacion Inadecuado
		REL1	Relleno Material Comun
		AFIR	Afirmado
		CUNP	Cuneta Perimetral
		BERM	Berma de Seguridad
C3	CANAL DE DERIVACION KM 3+200	EXC2	Excavacion Inadecuado
		EXC3	Excavacion Roca - Requiere Voladura
		VAR1	Obras Varias
C4	CANAL DE DERIVACION KM 4+200	EXC2	Excavacion Inadecuado
		EXC3	Excavacion Roca - Requiere Voladura
		VAR1	Obras Varias
CD	CANAL DE DESCARGA	EXC1	Excavacion Inorganico
		EXC2	Excavacion Inadecuado
		REL2	Relleno Material Selecto
		EMCO	Empedrado de Concreto
D3	DEPOSITO DE DESMONTE KM 3+200	EXC1	Excavacion Inorganico
		EXC2	Excavacion Inadecuado
		REL1	Relleno Material Comun
		EXC2	Excavacion Inadecuado
		REL1	Relleno Material Comun
		EXC2	Excavacion Inadecuado
		SOL1	Colocacion Soil Liner
SDRE	Instalacion y colocacion de tuberias - Subdrenaje		
D4	DEPOSITO DE DESMONTE KM 4+200	EXC1	Excavacion Inorganico
		EXC2	Excavacion Inadecuado
		REL1	Relleno Material Comun
		SOL1	Colocacion Soil Liner
		SDRE	Instalacion y colocacion de tuberias - Subdrenaje

FRENTE	DESCRIPCION	PARTIDA	DESCRIPCION
HR	HAUL ROAD	EXC1	Excavacion Inorganico
		EXC2	Excavacion Inadecuado
		EXC4	Excavacion Roca - No requiere Voladura
		ESTB	Estabilizacion
		AFIR	Afirmado
		ALC1	Alcantarillas HR
		TRAN	Transporte de Material
		REL.1	Relleno Material Comun
CTAL	Conformación de Taludes		
MA	MEDIO AMBIENTE	MA01	Corte Localizado para Cunetas de Coronacion en Material Suelto Manual
		MA02	Corte Localizado para cunetas de coronacion en Roca Suelta con Compresora y Martillos (sin voladura)
		MA03	Limpieza y Desbroce con Motosierra
		MA04	Shenk Dams: Colocacion de Piedra
		MA05	Corte Localizado de Material Suelto con Excavadora
		MA06	Corte Localizado de Roca Suelta con Excavadora
		MA07	Corte Localizado de Material Suelto con Excavadora
		MA08	Corte Localizado de Roca Suelta con Excavadora
		MA09	Tuberia CPT D=12": Instalacion (No incluye suministro, ni corte, ni relleno,etc)
		MA 11	Conformacion de Taludes
		MA 12	Instalación de geotextil
		MA 13	Colocación de Geomembrana
		MA 14	Silt Fences (No incluye suministros)
		MA 15	Reforestacion
		MA 16	Limpieza de Cauce con Retroexcavadora
		MA 17	Limpieza de Cauce Manual
		MA 18	Barrera de Piedra
		MA 19	Barrera de Sacos
		RS	RAMAL SUPERIOR
EXC2	Excavacion Inadecuado		
CTAL	Conformación de Taludes		
REL.1	Relleno Material Comun		
ESTB	Estabilizacion		
AFIR	Afirmado		
T3	CIERRE DEL DEPOSITO DE DESMONTE KM 3+200	EXC2	Excavacion Inadecuado
		REL3	Relleno Para Perfilado de Talud
		CTAL	Conformación de Taludes
		SOL1	Colocacion Soil Liner
		REL4	Conformacion de Material Organico
		TRAN	Transporte de Material
T4	CIERRE DEL DEPOSITO DE DESMONTE KM 4+700	EXC2	Excavacion Inadecuado
		REL3	Relleno Para Perfilado de Talud
		CTAL	Conformación de Taludes
		SOL1	Colocacion Soil Liner
		REL4	Conformacion de Material Organico
		TRAN	Transporte de Material
		BOT1	Conformacion de Botaderos
CT	CARGOS A TERCEROS	8010	Cargos a ICGSA
		8020	Cargos a Prepogenos Pampa de Oro
		8030	Cargos a Perforaciones Diamantina
		8040	Cargos a Perforación y Voladura
		8050	Cargos a El Campanario
		8060	Cargos a Otros Terceros
		8070	Cargos a Carretera Bancuyoc
		8080	Cargos a Obras de Arte Bancuyoc
CO	COMBUSTIBLE	CO10	Combustible Cajamarca
		CO20	Combustible Obra
SB	STAND BY	7010	Stand By problemas de comunidades
		7020	Stand By tramites documentarios en Obra
		7030	Stand By tramites documentarios en Cajamarca
		7040	Stand By condiciones climáticas adversas
CN	CANTERAS	REL.1	Relleno Material Comun
		REL.2	Relleno Material Selecto
		REL.3	Relleno Para Perfilado de Talud

Tabla 39 Partidas de Control Oracle

1.8.4.2. Gestión de Control de Operatividad de Equipos SISME

Nuestra Compañía cuenta con un Software para el control de equipos un punto importante ya que es básicamente el 70% del costo total, este Software llamado SISME (Sistema de Mantenimiento de Equipos), mediante el ingreso de horómetros, tiempos de mantenimiento y consumos de combustible entre otros, nos da resultados de gran importante como índices de operatividad, disponibilidad, utilización, ratios de consumo de combustibles y programaciones de mantenimiento para los mismos.

FAMILIA	Operativ. (%)	Disponib. (%)	Utilización (%)	MTBS	MTTR
Benchmark	90.00	90.00	90.00	60.00	8.00
VOLQUETES	95.2 %	97.3 %	94.0 %	100.5	3.4
TRACTORES	98.6 %	99.3 %	97.0 %	85.7	0.9
RETROEXCAVADORAS	98.7 %	99.4 %	87.0 %	49.3	0.7
EXCAVADORAS	97.2 %	98.4 %	97.0 %	116.2	1.7
CARGADORES FRONTALES	98.5 %	99.0 %	87.0 %	63.8	0.8
MOTONIVELADORAS	97.7 %	98.8 %	95.0 %	67.8	0.9
RODILLOS	97.4 %	99.4 %	76.0 %	39.9	0.9
PERFORADORAS	100.0 %	100.0 %	34.0 %	***	***
PROMEDIO GENERAL	97.9 %	98.9 %	83.4 %	74.7	1.3

Tabla 40 Cuadro final de Índices 2012 y 2013 promedios

1.9. Análisis del Cliente y del Contrato

1.9.1. Antecedentes y Modalidad

Antecedentes:

Propietario: Compañía de Minas Buenaventura SAA, Minera La Zanja

Supervisores: Minera La Zanja, Proyecto: Anddes.

Modalidad:

Costos Directos: Precios Unitarios.

Costos Indirectos: Suma alzada.

1.9.2. Análisis del Cliente

Cliente complicado, indefiniciones de proyecto con respecto a los alcances de ingeniería y diseño.

Para finalizar los trabajos del 2013 el cliente buscó el trabajo en equipo con la finalidad de buscar soluciones de ingeniería inmediatas de tal manera de lograr la finalización del proyecto dentro del plazo.

Organización grande y de áreas muy independientes (Contratos, Proyectos, Logística, Operaciones, Ingeniería), esto les genera problemas de coordinación.

Supervisión directa con capacidad, autoridad y voluntad de tomar decisiones de manera rápida y en coordinación con el contratista.

1.9.3. Análisis de Cláusulas Contractuales.

1. Las nuevas obras que el Cliente solicite o que se generen durante la ejecución serán evaluadas en tiempo y costo como presupuestos adicionales; así mismo de existir una extensión de plazo por causas no generadas y/o fuera del control del contratista, los mayores costos que esta ampliación genere, debidamente sustentados, deberán ser reconocidos por el Cliente.

2. La oferta, considera que la ejecución se va a hacer en época seca, es decir desde el mes de Mayo a Setiembre. En el caso de presentarse lluvias anormales, los mismos que dificultan los trabajos de relleno, con el riesgo de acidificación de las aguas de escorrentía y que obligaría a tomar medidas de protección medioambientales, fueron considerados como trabajos adicionales y sujetos a una ampliación de plazo, en el período afectado. Los precios son válidos para temporada seca, la cual si se retrasa en

iniciar, implicara un impacto en nuestro cronograma y un impacto en los costos no previsto en nuestros precios unitarios

3. Las tarifas de alquiler de los equipos indicados en los análisis de precios unitarios son las que actualmente se utilizan en el mercado nacional y no se considera tarifas de equipos de las comunidades; lo cual implica que si por indicaciones de MLZ se deban alquilar equipos locales entonces la diferencia de las tarifas deberá ser reconocida por el cliente como un costo adicional

4. La responsabilidad por cualquier daño directo que asumirá SGyM ante el cliente siempre quedará limitada a un máximo equivalente al diez por ciento (10%) del valor total del Contrato.

1.9.4. Comentarios y Recomendaciones

Anticipar los posibles problemas o consultas con respecto al contrato.

Estar al tanto del alcance de nuestras obligaciones, esto debido a que es posible que el cliente trate de imponer costos o responsabilidades que no corresponden al contratista.

Supervisar permanentemente durante el desarrollo de la obra las variaciones de metrados y hacer una adecuada notificación al cliente de los impactos en costos y plazos.

Llevar un control ordenado de la documentación contractual con la finalidad de poder utilizarla como sustento de futuros reclamos o de lo contrario dejar constancia de hechos o circunstancias ocurridos en el proyecto.

1.10. Ratio de Obra

1.10.1. Comparativo de Ratio de Costos, Presupuestos vs Real

PARTIDAS	Costo		Ratios	
	PRESUPUESTO	REAL	PRESUPUESTO	REAL
	(US\$)	(US\$)	(US\$ / M3)	(US\$ / M3)
ACTIVIDADES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN	1,337,308.10	1,827,308.10	2.65	3.26
MOVIMIENTO DE TIERRAS MASIVO	4,666,670.00	5,045,570.00	9.23	9.00
MOVIMIENTO DE TIERRAS ESPECIAL	1,298,081.65	1,498,081.65	2.57	2.67
ESTABILIZACION DE TALUDES	3,091,505.01	3,591,505.01	6.12	6.40
SISTEMA TERRAMESH	240,541.32	390,541.32	0.48	0.70
SISTEMA DE DRENAJE Y SUBDRENAJE	391,564.21	641,564.21	0.77	1.14
OBRAS DE ARTE Y ALCANTARILLADO	277,193.02	417,193.02	0.55	0.74
MEDIO AMBIENTE	4,011,305.78	4,813,253.23	7.93	8.58
COSTO DIRECTO	15,314,169.10	18,225,016.55	30.29	32.50
GASTOS GENERALES	3,164,554.00	3,196,775.00	6.26	5.70
COSTO DIRECTO TOTAL	18,478,723.10	21,421,791.55	36.55	38.20
UTILIDAD	3,520,375.39	5,438,089.73	6.96	9.70
TOTAL US \$ (SIN IGV)	21,999,098.49	26,859,881.28	43.51	47.89

CUENTAS	(US\$)	(US\$)	(US\$ / M3)	(US\$ / M3)
EQUIPOS	5,020,350.10	5,855,301	9.93	10.44
MANO DE OBRA	3,032,272.72	2,914,843	6.00	5.20
MATERIALES	3,944,599.67	5,099,512	7.80	9.09
SUBCONTRATA	3,316,946.61	4,355,360	6.56	7.77
COSTO DIRECTO US \$ (SIN IGV)	15,314,169.10	18,225,016.55	30.29	32.50

Tabla 41: Ratios

1. 10. 2. Comparativo de Ratio de Metrados

PARTIDAS: MOVIMIENTO DE TIERRAS MASIVO Y MOVIMIENTO DE TIERRAS ESPECIAL	UNIDAD	VOLUMENES		UNIDAD	RATIOS	
		2012	2013		2012	2013
EXCAVACION						
Orgánico	M3	14,020.15	9,947.84	M3/M3	0.03	0.02
Inadecuado/suelto	M3	340,644.47	323,836.01	M3/M3	0.71	0.58
Roca Ripeable	M3		61,898.92	M3/M3		0.11
RELLENOS						
Común	M3	105,147.21	81,833.69	M3/M3	0.22	0.15
Selecto	M3		21,620.11	M3/M3		0.04
TRANSPORTE						
Exacavaciones		354,664.62	406,042.80		0.74	0.72
Rellenos	M2	105,147.21	103,453.80	M3/M3	0.22	0.18
OTROS MATERIALES						
Soil Liner	M2		1,665.53	M3/M3		0.00
Afirmado	M2	21,028.40	49,223.64	M3/M3	0.04	0.09
DL	M2		6,167.31	M3/M3		0.01
Rock Fill	M2		4,654.94	M3/M3		0.01

Tabla 42: Comparativo de Ratio de Metrados

1.11. Productividad

1.11.1. Ratios de Productividad por Partida de Trabajo (HH/M3)

2012				
PARTIDA	UNIDAD	HH	HH/UNIDAD	HH/M3
EXCAVACION				
Orgánico	M3	8545.0	0.61	0.02
Inadecuado/suelto	M3	96625.0	0.28	0.20
Roca Ripeable	M3			
RELLENOS				
Común	M3	53918.0	0.51	0.11
Selecto	M3			
TRANSPORTE				
Excavaciones	M3	105747.0	0.30	0.22
Rellenos	M3	2364.0	0.02	0.00
COLOC/CONF OTROS MATERIALES				
Soil Liner	M3			
Afirmado	M3	3436.0	0.16	0.01
DL	M3			
BOTADEROS				
Orgánico	M3	4,272.50	0.6	0.01
Inadecuado/suelto	M3	48,312.50	0.28	0.10

Tabla 43 Ratios de Productividad por Partida de Trabajo 2012

RESUMEN

PARTIDA	UNIDAD	HH	HH/UNIDAD	HH/M3
EXCAVACIONES	M3	105,170.00	0.30	0.13
RELLENOS	M3	53,918.00	0.51	0.06
TRANSPORTES	M3	108,111.00	0.24	0.13
OTROS MATERIALES	M3	3,436.00	0.16	0.00
BOTADEROS	M3	52,585.00	0.30	0.06

2013				
PARTIDA	UNIDAD	HH	HH/UNIDAD	HH/M3
EXCAVACION				
Orgánico	M3	6101.0	0.61	0.01
Inadecuado/suelto	M3	33779.5	0.10	0.06
Roca Ripeable	M3	2121.0	0.03	0.00
RELLENOS				
Común	M3	31935.0	0.39	0.06
Selecto	M3	6842.0	0.32	0.01
TRANSPORTE				
Exacavaciones	M3	55669.0	0.14	0.10
Rellenos	M3	10577.0	0.10	0.02
COLOC/CONF OTROS MATERIALES				
Soil Liner	M3	1803.0	1.08	0.00
Afirmado	M3	7351.0	0.15	0.01
DL	M3	2042.5	0.17	0.00
BOTDEROS				
Orgánico	M3	1,502.00	0.22	0.00
Inadecuado/suelto	M3	13,802.00	0.12	0.02

Tabla 44 Ratios de Productividad por Partida de Trabajo 2013

RESUMEN				
PARTIDA	UNIDAD	HH	HH/UNIDAD	HH/M3
EXCAVACIONES	M3	42,002	0.11	0.05
RELLENOS	M3	38,777	0.44	0.04
TRANSPORTES	M3	66,246	0.13	0.07
OTROS MATERIALES	M3	10,229	0.19	0.01
BOTADEROS	M3	15,304	0.12	0.02

1.11.2. Ratios de Productividad por Equipo en Partida de Trabajo (HM/M3)

PARTIDAS PRINCIPALES		UNIDAD	RATIOS EQUIPOS (HM/M3)											
			Cargador Frontal	Excavadora CAT 320	Excavadora HYUNDAI 350	Excavadora CAT 336	Tractor D6	Tractor D8	Retrocargador	Rodillo de 12 TN	Rodillo Bernero	Motoniveladora	Camion Volquete de 15 m3	Perforadora hidraulica DX700
EXCAVACION														
Orgánico	M3	-	0.0045	0.0008	0.0008	-	-	0.0056	-	-	-	-	-	-
Inadecuado/suelto	M3	-	0.0018	0.0019	0.0112	0.0043	0.0023	0.0011	-	-	-	-	-	-
Roca Ripeable	M3	-	-	-	0.0016	0.0017	0.0008	-	-	-	-	-	-	-
RELLENOS														
Común	M3	0.0021	-	-	-	-	-	0.0022	0.0028	0.0004	0.0013	-	-	0.0016
Selecto	M3	0.0011	-	-	-	-	-	0.0022	0.0005	0.0009	0.0009	-	-	0.0004
TRANSPORTE														
Exacavaciones	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0410	-
Rellenos	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0137	-
OTROS MATERIALES														
Soil Liner	M3	0.00	0.0009	-	-	-	-	-	-	0.0001	0.0004	0.0014	-	-
Afirmado	M3	0.00	-	-	-	-	-	-	0.0014	-	0.0017	0.0068	-	-
DL	M3	0.00	0.0018	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0055	-	-
Rock Fill	M3	0.00	-	-	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BOTADEROS														
Orgánico	M3	0.00	-	-	-	0.0009	-	-	-	-	-	-	-	-
Inadecuado/suelto	M3	0.00	-	-	-	0.0017	0.0008	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 45 Ratios de Productividad por Equipo en Partida de Trabajo (HM/M3)

1.12. Prevención de riesgos

1.12.1. Estadísticas de Prevención de Riesgos

PERIODO	Año 2012	Año 2013
PERSONAL		
Cantidad de personal	425	325
HORAS TRABAJADAS		
Horas hombre trabajadas	987,498	1,163,200
Horas hombre trabajadas sin accidentes	987,498	1,163,200
Horas hombre trabajadas acumuladas sin accidentes	987,498	1,163,200
DIAS TRABAJADOS		
Número de días sin accidentes	245	364
Mejor cantidad de días sin accidentes	245	364
Número de días perdidos por accidentes	0	0
DAÑO PERSONAL		
Número de accidentes con tiempo perdido (LTI)	0	0
Número de accidentes con tratamiento médico (MTI)	0	1
Número de accidentes con tratamiento de primeros auxilios (FAI)	5	0
Número de accidentes fatales	0	0
INCIDENTES		
RACS	104	250
Incidentes (Near Miss)	6	11
Accidentes con daño material	18	8
Accidentes con daño ambiental	0	3

PERIODO	12 months rolling average	12 months rolling average
Índice de frecuencia por accidentes con tiempo perdido (LTIFR)	0	0
Índice de severidad (LTISR)	0	0
Índice de frecuencia por accidentes con tratamiento médico (MTIFR)	0	0.17
Índice de frecuencia por accidentes fatales, con tiempo perdido y con	0	0.17

1.12.2. Estadísticas de Prevención de Riesgos

1.12.2.1. Peligros y Aspectos ambientales

El peligro refiere a cualquier situación, que puede ser una acción o una condición, que ostenta el potencial de producir un daño sobre una determinada persona o cosa. Ese daño puede ser físico o ambiental y por ende producir alguna lesión física o un impacto a la naturaleza, según corresponda o bien el daño puede estar destinado a provocar una herida en un ambiente, una propiedad o en ambos.

A continuación presentamos una tabla de los trabajos de alto riesgo que se identificaron en las actividades y que nos sirvieron para poder así prevenir en su mayoría a evitar los peligros mediante esta identificación:

N°	TAREA	AREA	Trabajos en Altura	Excavaciones y Zanjas	Trabajos en Caliente	Izaje	Manejo Defensivo	Conducción de vehículos de transporte de personal
1	Transporte de Personal	ADMINISTRACION					SI	SI
2	Montaje de Modulo Chino	CAMPAMENTOS						
3	Instalación de caja de agua, desagüe y cajas de registro	CAMPAMENTOS		SI				
4	Izaje de cargas	CAMPAMENTOS				SI		
5	Abastecimiento de combustible	ALMACEN						
6	Operación de equipos	OPERACIONES					SI	
7	Descarga de materiales	ALMACEN						
8	Densímetro nuclear	CALIDAD						
9	Ensayo de reemplazo de agua	CALIDAD						
10	Ensayo con cono de arena	CALIDAD						
11	Proctor modificado	CALIDAD						
12	Ensayo granulométrico	CALIDAD						
13	Contenido de humedad	CALIDAD						
14	Traslado y manipulación de luminarias	EQUIPOS					SI	
15	Operación de máquina eléctrica de soldar	EQUIPOS			SI			
16	Enllante y desenllante de vehículos	EQUIPOS						
17	Corte y soldadura oxiacetilenica	EQUIPOS			SI			
18	Uso de herramientas rorativas y de corte	EQUIPOS						
19	Recalzado de uñas	EQUIPOS						
20	Operación de camión lubricador	EQUIPOS					SI	
21	Rescate de equipos	EQUIPOS						
22	Traslado de equipos en camabaja	EQUIPOS					SI	
23	Cambio de cuchillas y cantoneras	EQUIPOS						
24	Cambio de gomas de rola de equipos	EQUIPOS						
25	Desmontaje y montaje de cadena de equipo de oruga	EQUIPOS						
26	Construcción de cunetas	MEDIO AMBIENTE						
27	Mantenimiento de cuentas	MEDIO AMBIENTE						
28	Construcción de check dams	MEDIO AMBIENTE						
29	Colocación siltfences	MEDIO AMBIENTE						
30	Construcción de pozas	MEDIO AMBIENTE	SI	SI				
31	Instalación de geotextil	MEDIO AMBIENTE						
32	Construcción de barreras de sacos	MEDIO AMBIENTE	SI					
33	Construcción de barreras de piedras	MEDIO AMBIENTE	SI					
34	Instalación de tuberías	MEDIO AMBIENTE		SI				
35	Construcción de canales de coronación	MEDIO AMBIENTE	SI	SI				
36	Reclamación de top soil manual	MEDIO AMBIENTE						
37	Recubrimiento con biomanta	MEDIO AMBIENTE	SI					
38	Corte empuje de material y conformación de plataforma	MOV. DE TIERRAS					SI	
39	Corte y perfilado de talud con excavadora	MOV. DE TIERRAS					SI	
40	Carguío de material con excavadora	MOV. DE TIERRAS					SI	
41	Acarreo de material	MOV. DE TIERRAS					SI	
42	Vigías	MOV. DE TIERRAS						
43	Cuadradores	MOV. DE TIERRAS						
44	Desquinche rocas sueltas con excavadora	MOV. DE TIERRAS					SI	
45	Limpieza de tolva de volquete	MOV. DE TIERRAS					SI	
46	Conformación de muros de seguridad	MOV. DE TIERRAS					SI	
47	Mantenimiento de vías	MOV. DE TIERRAS					SI	
48	Abastecimiento de agua a cisterna en poza y garza	MOV. DE TIERRAS	SI				SI	
49	Riesgo de vías con cisterna	MOV. DE TIERRAS					SI	
50	Extendido y compactado de plataforma	MOV. DE TIERRAS					SI	
51	Construcción de gaviones	OBRAS DE ARTE	SI					
52	Construcción de subdrenajes	OBRAS DE ARTE		SI				
53	Trabajos en cantera	MOV. DE TIERRAS					SI	
54	Armado e instalación de alcantarillas	OBRAS DE ARTE		SI				
55	Montaje y desmontaje de andamios	OBRAS DE ARTE	SI					
56	Perforación con rock drill	PERVOL						
57	Perforación con martillo	PERVOL	SI					
58	Uso y manipuleo de explosivos	PERVOL						
59	Protocolo de voladura	PERVOL						
60	Desquinche manual	PERVOL	SI					
61	Levantamiento topográfico	TOPOGRAFIA	SI					
62	Trazo y replanteo	TOPOGRAFIA	SI					

Tabla 46: Peligros y Aspectos ambientales

1.12.3. IPERC

El IPERC (Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos) tiene como objetivo establecer los lineamientos para la identificación continua de peligros y aspectos ambientales, evaluación de riesgos y la determinación de los controles necesarios.

Este procedimiento es importante para el normal desarrollo de las actividades y tiene como alcance aplicarlos a todas las áreas que forman parte del Sistema Integrado de Gestión y las partes interesadas relacionadas a las actividades que desarrolla nuestra empresa, detallamos en el Anexo E “El procedimiento de Gestión Completo para este punto IPERC”

1.12.4. PETS

Los PETS (Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro), considerada uno de los principales documentos antes del inicio de cualquier actividad ya que desarrolla todos los pasos que debe una persona debe conocer y seguir para evitar cualquier tipo de accidente y a la vez la buena ejecución de los trabajos, dicha información se encuentra archivada en las oficinas de CGP (Control de Gestión de Proyectos) del grupo Graña y Montero.

1.12.5. Formatos Utilizados para la Prevención de Riesgos.

Libreta de Identificación de Peligros y Capacitación

El objetivo de este documento es Identificar los peligros y aplicar los correspondientes controles presentes en las distintas tareas en superficie.

Nivel _____ Labor _____ Fecha ___ / ___ / ___ Hora _____

TAREA..... Interior Mina
 Superficie

PELIGRO	CONTROL

PELIGRO	CONTROL

COMPROMISO DE CUMPLIMIENTO

Nombre	Firma
Director de Labor _____	_____
Ayudante _____	_____
Ayudante _____	_____
Ayudante _____	_____

ACCIONES DE CAPACITACION

Nombre _____ Firma _____

Gráfico 11: Libreta de Identificación de Peligros y Capacitación

1.12.6. Capacitaciones y Logros



Foto 24: Curso Trabajos en altura para licencia interna



Foto 22: Capacitación de Scania



Foto 23: Curso de Trabajos en Caliente, Vigías y Aislamiento de Energía



Foto 25: Capacitaciones con RIMAC (Salud Ocupacional)



Foto 26: Capacitaciones de Fatiga y Somnolencia



Foto 27: Implementación de Seguridad Basada en el Comportamiento



Foto 29: Capacitación: Mina Escuela



Foto 28: Cursos de soldadura para
recuperación de aceros



Foto 30: DS 055, Anexos 14B



Foto 31 Capacitación en Manipulación
de Explosivos



Foto 32: Capacitaciones Semanales de
30 min, charlas de 15 min, reglas de
transito



Foto 30: Capacitación Integral en Voladura

Logros

- Se implementó un mayor control para minimizar los peligros y riesgos ejecutando los controles necesarios, esto se plasmó mediante el llenado del AST e IP en las diferentes tareas que se realizan; así mismo se capacitó a la línea de supervisión y colaboradores.
- Se ha incidido en el reporte de RACs a la supervisión y colaboradores,
- Se ha procedido a difundir y hacer entrega a todo el personal los procedimientos de PETS de las diferentes tareas a realizar, se realizan inspecciones inopinadas y planeadas, se tomó plan de acción sobre los eventos ocurridos de mayor consideración, y se capacitó al trabajador y línea de supervisión en los trabajos de alto riesgo,
- Gracias al apoyo de gerencia se incentivó mensualmente a los colaboradores por desempeño en seguridad con presentes motivacionales que generaron un estímulo para trabajar con seguridad.

1.13. Responsabilidad Social

1.13.1. Situación del Proyecto y Entorno Social

Si bien es cierto la zona de influencia directa es el caserío La Zanja, hay más caseríos aledaños que son de influencia indirecta pero cercanos al proyecto

1.13.2. Área de Influencia Directa

Sector 1:

- Distrito de Pulán

- Caserío La Zanja

Sector 2:

- Distrito de Tongod
- Caserío Bancuyoc
- Caserío Pisit

Sector 3:

- Distrito de Calquis
- Caserío Gordillos
- Caserío San Lorenzo A
- Caserío San Lorenzo B

1.13.3. Aspectos Económicos y Sociales de Influencia Directa.

En el caserío La Zanja el 54.08% de la población es masculina y el 45.92% femenina.

En cuanto a la salud, son comunes las EDAs e IRAs en la población infantil.

Los pobladores de La Zanja actualmente si cuentan con acceso al servicio de agua potable pero no al alcantarillado, pero aún hay familias viviendo en zonas alejadas cuyo abastecimiento de agua se da a través de las quebradas y puquiales.

En el caso del saneamiento y/o alcantarillado aún no se cuenta con ellos y en reemplazo se acude al uso de letrinas y silos.

La principal vía de comunicación que tiene el caserío La Zanja es la carretera afirmada La Zanja

El empleo en el caserío La Zanja está básicamente vinculado a las actividades agropecuarias (86.30% de la PEA). Le siguen en importancia los sectores de artesanía, manufactura y minería.

1.13.4. Planificación

Con la aprobación de gerencia, se solicitó al cliente la autorización para realizar trabajos y actividades con otras zonas fuera de La Zanja, específicamente con los demás caseríos del distrito de Pulán, pues casi el 80% del personal de piso provenía de Pulán y las visibles necesidades de la población habitando esta zona. A raíz de dicha solicitud y siendo autorizado por el cliente se plasmó un nuevo plan de RR.CC que tenía los mismo objetivos que el período 2012 pero con una cobertura más amplia y con mayor presupuesto para el 2013.



1.13.5. Cronograma Macro de Responsabilidad Social

ACTIVIDADES / MES:	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
I. CAPACITACIONES DIRECTAS					
I.I Capacitaciones de Inserción Laboral	X	X			
I.II Ingreso de personal	X	X	X		
II. CAPACITACIONES INDIRECTAS					
I.I Capacitación en Albañilería "Pisos y Veredas" – Comunidad La Achira Pulan				X	
III. CAPACITACIONES NO RELACIONADAS					
II.I Talleres de danza – Escuela La Zanja – San Lorenzo	X	X			
II.II Talleres de Manualidades dirigido a niños de la Escuela La Zanja – San Lorenzo Bajo				X	
II.III Taller de manualidades dirigido a madres de Pulan					X
II.IV Proyecto de Estimulación temprana – niños de La Zanja y Chilal				X	X
II.V Programa de reforzamiento escolar a través del juego – La Zanja				X	X
IV. ACCCION SOCIAL					
IV.I Construcción de cancha sintética - La Zanja	X				
IV.II Construcción de cerco perimétrico La Zanja				X	X
IV.II Implementación de ambientes en escuela La Zanja					X
IV.IV Desayunos nutritivos – escuela La Zanja	X	X	X	X	X

1.14. Inversión en Gestión Social

INVERSION EN GESTIÓN SOCIAL	
DESCRIPCIÓN	MONTO USD
CONSTRUCCION DE CERCO PERIMETRICO Y BAÑO ESCUELA CASERIO LA ZANJA	30,552.61
IMPLEMENTACIÓN DE ESCUELITA DEL CASERÍO LA ZANJA (CENTRO DE COMPUTO, BIBLIOTECA, COCINA)	5,230.20
CONSTRUCCIÓN DE VEREDAS EN DISTRITO DE PULAN	8,941.34
CONSTRUCCION DE COMPLEJO DEPORTIVO CASERIO LA ZANJA	18,283.26
TALLERES DE ESTIMULACIÓN TEMPRANA - DISTINTOS CASERÍOS	5,722.46
TALLERES DE COCINA - CASERÍOS LA ZANJA - PULÁN	3,576.54
TALLERES DE MANUALIDADES PARA NIÑOS - CASERÍOS LA ZANJA - PULÁN	2,861.23
TOTAL	75,167.64



Foto 31: Inversion gestion social

1.15. Clima Laboral.

Para lograr cambiar el ambiente laboral y que todos los trabajadores se sientan a gusto y conforme en su lugar de trabajo se hizo previamente un pequeño estudio esto aplicando encuestas y entrevistas directas con el personal colaborador para definir los problemas, molestias e inquietudes

El apoyo de la gerencia con respecto al clima laboral, se convirtió en fundamental para realizar los cambios que en la actualidad nos permiten estar en el primer lugar del mejor clima laboral, a pesar de lo complicado del proyecto con respecto a plazos.

Principalmente las condiciones de habitabilidad y las actividades de recreación son el principal cambio respecto al año pasado tanto para los colaboradores como para el personal empleado.

- Mejora en la movilidad para el transporte de colaboradores, con una mejor organización, mejor control en los comedores
- Las actividades de recreación continuas tanto para el personal colaborador como para empleados
- Trabajos de mejora de infraestructura y la contratación de chefs para la mejora en la calidad del servicio de las comidas, todo para beneficio de los colaboradores.

- La celebración de los cumpleaños tanto para colaboradores como para personal empleado todos los meses.
- Talleres de danza
- Celebraciones de días festivos
- Noches de cine
- Reuniones de compartir para los empleados



Foto 32: Clima Laboral

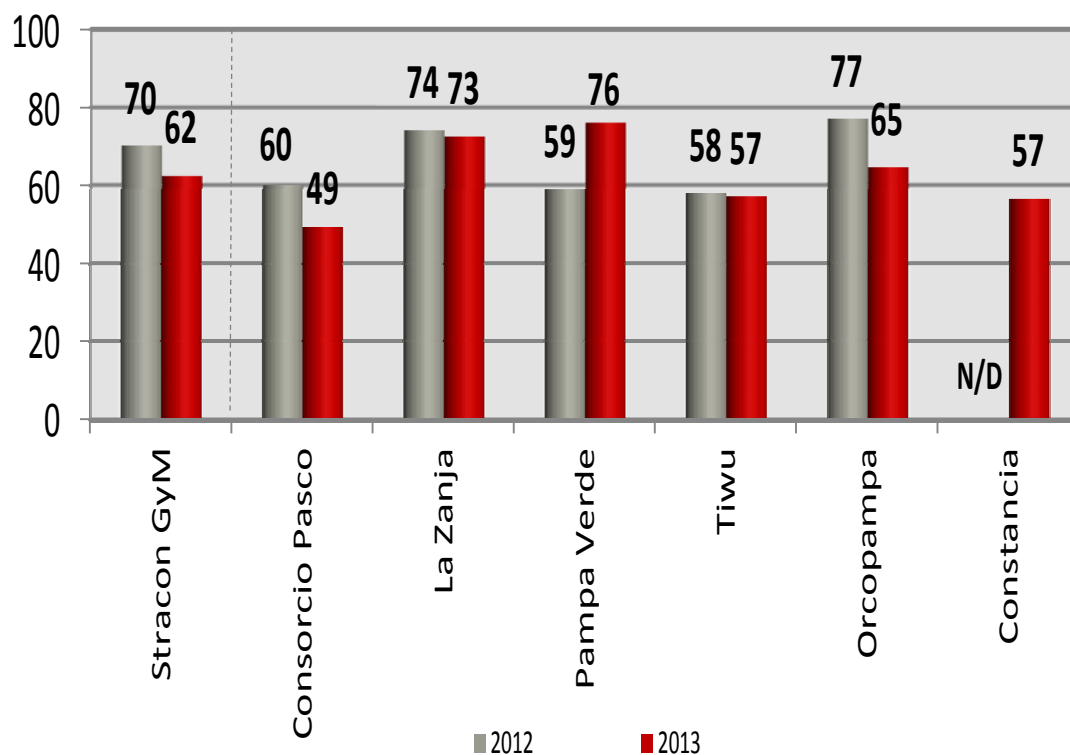


Gráfico 12: Evaluación del Clima laboral Corporativo

2. DESARROLLO DEL DISEÑO GEOMETRICO Y GRANULAR DE LA CARRETERA PAMPA VERDE MEDIANTE LA NORMA.

A.- GENERALIDADES

B.- CRITERIOS BASICOS

C.- CLASIFICACION DE LA RED VIAL

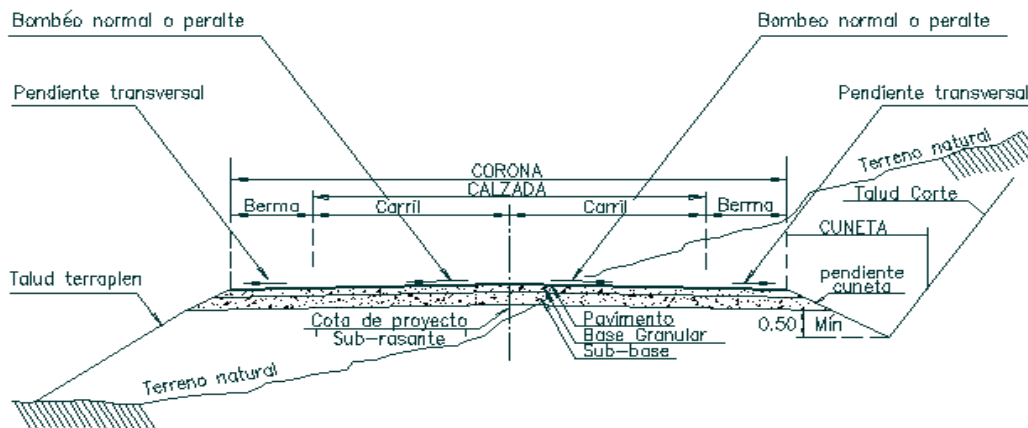
D.- DISEÑO GEOMETRICO EN PLANTA, PERFIL Y SECCION TRANSVERSAL

E.- DISEÑO DE LA CAPA DE REVESTIMIENTO GRANULAR

A. GENERALIDADES

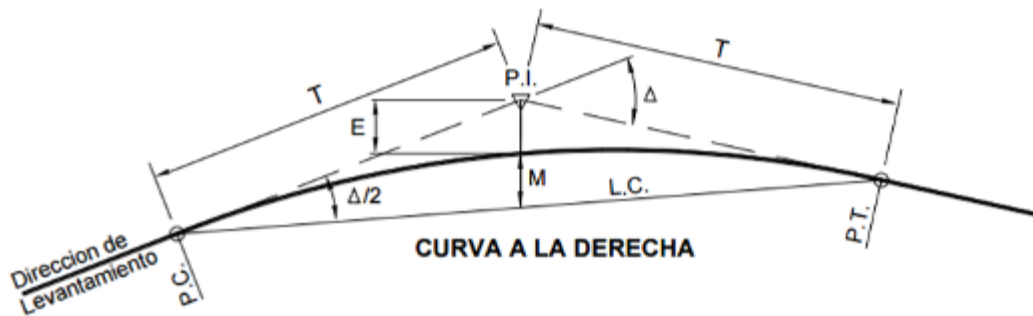
Los elementos geométricos de una carretera (planta, perfil y sección transversal), deben estar convenientemente relacionados, para garantizar una circulación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar una velocidad de operación continua y acorde con las condiciones generales de la vía. Lo antes indicado, se logra haciendo que el proyecto sea gobernado por un adecuado valor de velocidad de diseño; y, sobre todo, estableciendo relaciones cómodas entre este valor, la curvatura y el peralte.

Se puede considerar entonces que el diseño geométrico propiamente dicho, se inicia cuando se define, dentro de criterios técnico – económicos, la velocidad de diseño para cada tramo homogéneo en estudio.



a) **Curva Horizontal**

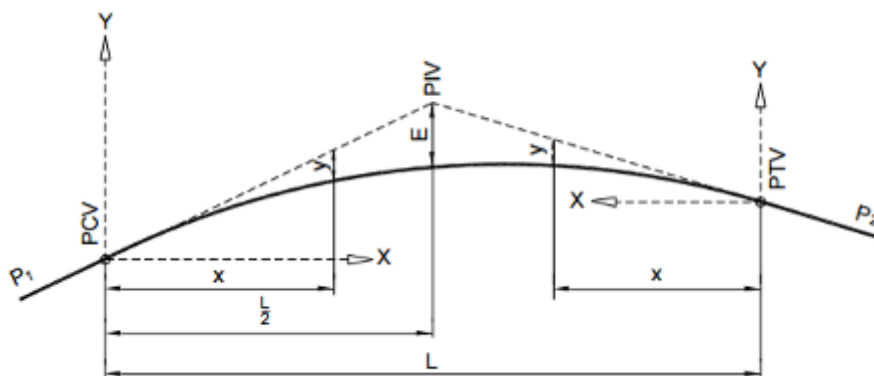
Las curvas horizontales circulares simples son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales.



- | | |
|--|--|
| P.C. = Punto de Inicio de la Curva | |
| P.I. = Punto de Intersección | |
| P.T. = Punto de Tangencia | |
| E = Distancia a Externa (m.) | $T = R \tan \frac{\Delta}{2}$ |
| M = Distancia de la Ordenada Media (m.) | $L.C. = 2 R \operatorname{sen} \frac{\Delta}{2}$ |
| R = Longitud del Radio de la Curva (m.) | $L = 2\pi R \frac{\Delta}{360}$ |
| T = Longitud de la Subtangente (P.C. a P.I. a P.T.) (m.) | $M = R[1 - \cos(\Delta/2)]$ |
| L = Longitud de la Curva (m.) | $E = R[\sec(\Delta/2) - 1]$ |
| L.C. = Longitud de la Cuerda (m.) | |
| Δ = Angulo de Deflexión | |

b) Curva vertical

Los tramos consecutivos de rasante, serán enlazados con curvas verticales parabólicas, cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor del 1%, para carreteras pavimentadas y del 2% para las demás.



Donde:

PCV: Principio de la curva vertical.

PIV: Punto de intersección de las tangentes verticales.

PTV: Término de la curva vertical.

L: Longitud de la curva vertical, medida por su proyección horizontal, en metros (m).

S1: Pendiente de la tangente de entrada, en porcentaje (%)

S2: Pendiente de la tangente de salida, en porcentaje (%)

A: Diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%)

$$A = |S_1 - S_2|$$

E : Externa. Ordenada vertical desde el PIV a la curva, en metros (m), se determina con la siguiente fórmula:

$$E = \frac{A L}{800}$$

X: Distancia horizontal a cualquier punto de la curva desde el PCV o desde el PTV.

Y: Ordenada vertical en cualquier punto, también llamada corrección de la curva vertical, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$y = x^2 \left(\frac{A}{200 L} \right)$$

c) Sobre ancho

Es el ancho adicional de la superficie de rodadura de la vía, en los tramos en curva para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos.

La muestra realizada, no corresponde.

d) Perfil Longitudinal

El diseño geométrico en perfil o alineamiento vertical, está constituido por una serie de rectas enlazadas por curvas verticales parabólicas, a las cuales dichas rectas son tangentes; en cuyo desarrollo, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, en positivas, aquellas que implican un aumento de cotas y negativas las que producen una disminución de cotas.

El alineamiento vertical deberá permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad de diseño en la mayor longitud de carretera que sea posible.

e) Pendientes

Pendiente mínima.- Es conveniente proveer una pendiente mínima del orden de 0,5%, a fin de asegurar en todo punto de la calzada un drenaje de las aguas superficiales.

Pendiente máxima.- Es conveniente considerar las pendientes máximas que están indicadas en la Tabla siguiente

Tabla 303.01
Pendientes máximas (%)

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera							
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 20 km/h																	8,00	9,00	10,00	12,00
30 km/h																	8,00	9,00	10,00	12,00
40 km/h															9,00	8,00	9,00	10,00	10,00	
50 km/h										7,00	7,00			8,00	9,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
60 km/h					6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	7,00	8,00	9,00	8,00	8,00	8,00	8,00
70 km/h			5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	7,00	7,00		7,00	7,00	7,00	7,00
80 km/h	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00		6,00	6,00			7,00	7,00	7,00	7,00
90km/h	4,50	5,00	5,00		5,00	5,00	6,00		5,00	5,00			6,00				6,00	6,00	6,00	6,00
100km/h	4,50	4,50	4,50		5,00	5,00	6,00		5,00				6,00							
110 km/h	4,00	4,00			4,00															
120 km/h	4,00	4,00			4,00															
130 km/h	3,50																			

f) Sección transversal

El diseño geométrico de la sección transversal, consiste en la descripción de los elementos de la carretera en un plano de corte vertical normal al alineamiento horizontal, el cual permite definir la disposición y dimensiones de dichos elementos, en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural. La sección transversal varía de un punto a otro de la vía, ya que resulta de la combinación de los distintos elementos que la constituyen, cuyos tamaños, formas e interrelaciones dependen de las funciones que cumplan y de las características del trazado y del terreno. El elemento más importante de la sección transversal es la zona destinada a la superficie de rodadura o calzada, cuyas dimensiones deben permitir el nivel de servicio previsto en el proyecto, sin perjuicio de la importancia de los otros elementos de la sección transversal, tales como bermas, aceras, cunetas, taludes y elementos complementarios.

g) Superficie de rodadura o calzada

Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye la berma. La calzada se divide en carriles, los que están destinados a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito. El número de carriles de cada calzada se fijará de acuerdo con las previsiones y composición del tráfico, acorde al IMDA de diseño, así como del nivel de servicio deseado. Los carriles de adelantamiento, no serán computables para el número de carriles. Los anchos de carril que se usen, serán de 3,00 m, 3,30 m y 3,60 m.

h) Berma

Franja longitudinal, paralela y adyacente a la calzada o superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencias.

Cualquiera sea la superficie de acabado de la berma, en general debe mantener el mismo nivel e inclinación (bombeo o peralte) de la superficie de rodadura o calzada, y acorde a la evaluación técnica y económica del

proyecto, está constituida por materiales similares a la capa de rodadura de la calzada.

i) Bombeo

En tramos en tangente o en curvas en contraperalte, las calzadas deben tener una inclinación transversal mínima denominada bombeo, con la finalidad de evacuar las aguas superficiales. El bombeo depende del tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación de la zona.

La Tabla siguiente especifica los valores de bombeo de la calzada. En los casos donde indica rangos, el proyectista definirá el bombeo, teniendo en cuenta el tipo de superficies de rodadura y la precipitación pluvial.

Valores del bombeo de la calzada

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2,0	2,5
Tratamiento superficial	2,5	2,5-3,0
Afirmado	3,0-3,5	3,0-4,0

j) Cunetas

Son canales construidos lateralmente a lo largo de la carretera, con el propósito de conducir los escurrimientos superficiales y sub-superficiales, procedentes de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes, a fin de proteger la estructura del pavimento.

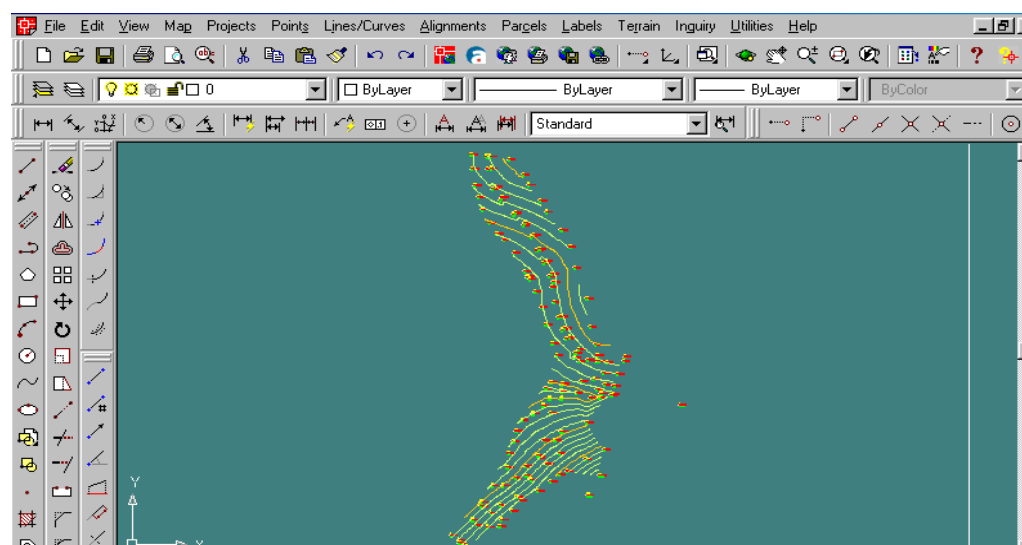
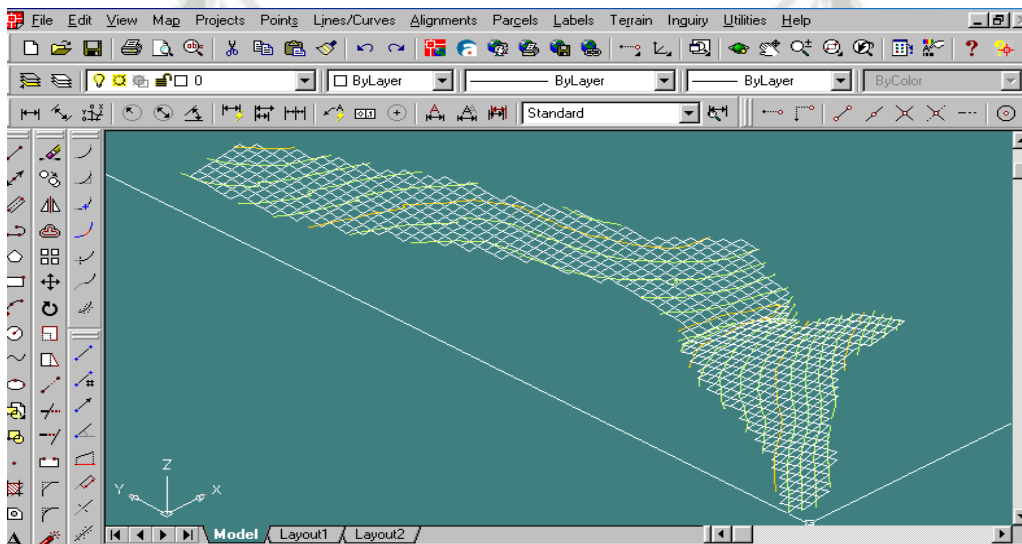
La sección transversal puede ser triangular, trapezoidal, rectangular o de otra geometría que se adapte mejor a la sección transversal de la vía y que prevea la seguridad vial; revestidas o sin revestir; abiertas o cerradas, de acuerdo a los requerimientos del proyecto; en zonas urbanas o donde exista limitaciones de espacio, las cunetas cerradas pueden ser diseñadas formando parte de la berma.

k) Peralte

Inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo.

B. CRITERIOS BASICOS

Teniendo un tramo de la carretera “Pampa Verde” para el cálculo de diseño de la misma consideramos una sección original de un trazo inicial, teniendo un levantamiento total de la zona a construir la carretera, donde tengamos detalles tanto curvas de nivel como secciones originales.



Una vez digitalizado el terreno, debemos utilizar la norma para definir las características de la carretera a trazar.

C. CLASIFICACION DE LA RED VIAL

Para esto utilizando el manual de carreteras en el Volumen I, Capítulo 1, aquí obtenemos los tipos de clasificaciones siendo:

- Clasificación por Demanda:

Para el caso de la carretera Pampa Verde teniendo en cuenta el flujo de vehículos a soportar, hemos considerado un flujo menor a 400 veh/día, éste dato se puede obtener mediante un estudio del tránsito, en este caso al ser una vía particular para la minería se considera un ciclo corto de transporte, llegando a los 70 Volquetes Scania modelo P460 8X4 que de acuerdo a su ciclado, se tiene como máximo 5 ciclos por día haciendo un aproximado de 350 veh/día en la zona.

De tal forma se clasificaría como:

- **Carretera de Tercera Clase**, que son carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3,00 m de ancho como mínimo.

En la Norma DG 2001, se consideraba el mismo concepto pero teniendo un nombre ligeramente variado siendo:

- **AUTOPISTAS:** Carretera de IMDA mayor de 4000 veh/día.
- **CARRETERAS DUALES O MULTICARRIL:** De IMDA mayor de 4000 veh/día.
- **CARRETERAS DE 1RA. CLASE** Son aquellas con un IMDA entre 4000-2001 veh/día.
- **CARRETERAS DE 2DA. CLASE** Son aquellas que soportan entre 2000-400 veh/día.

- **CARRETERAS DE 3RA. CLASE** Son aquellas de una calzada que soportan menos de 400 veh/día. ←

- **TROCHAS CARROZABLES** Es la categoría más baja de camino transitable para vehículos automotores.

- **Clasificación por Condiciones Orográficas:**

Para el caso de la carretera Pampa Verde, teniendo en consideración el levantamiento topográfico, se visualiza que se tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6 %, demandando un moderado movimiento de tierras.

De tal forma se clasificaría como:

Terreno ondulado (tipo 2): que tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6 %.

- **Clasificación de la red vial según su función:**

En la Norma DG 2001, se consideraba este cuadro adicional inicial, para nuestro caso sería considerado la “Red vial terciaria o local” al ser un camino rural básicamente.

GENÉRICA	DENOMINACIÓN EN EL PERU
RED VIAL PRIMARIA	SISTEMA NACIONAL Conformado por carreteras que unen las principales ciudades de la nación con puertos y fronteras.
RED VIAL SECUNDARIA	SISTEMA DEPARTAMENTAL Constituyen la red vial circunscrita principalmente a la zona de un departamento, división, política de la nación, o en zonas de influencia económica; constituyen las carreteras troncales departamentales
RED VIAL TERCIARIA O LOCAL	SISTEMA VECINAL Compuesta por: • Caminos troncales vecinales que unen pequeñas poblaciones. • Caminos rurales alimentadores, uniendo aldeas y pequeños asentamientos poblaciones

Teniendo en cuenta esta clasificación, interpretamos los resultados mediante la siguiente tabla que se encuentra en la Norma DG 2001, previamente teniendo en consideración que para el presente proyecto el rango de la velocidad directriz está entre 40 a 60 Km/h., utilizaremos la velocidad de 60 Km/h como velocidad de diseño, ésta velocidad en nuestro caso al ser una carretera particular podemos obtenerla del vehículo a transitar, siendo el Volquete Scania P460 8x4, obteniendo las velocidades máximas del equipo en condiciones de cargado y vacío según las especificaciones técnicas de la marca y/o modelo.

TABLA 101.01
CLASIFICACION DE LA RED VIAL PERUANA Y SU RELACION CON LA VELOCIDAD DE DISEÑO

CLASIFICACIÓN	SUPERIOR								PRIMERA CLASE				SEGUNDA CLASE				TERCERA CLASE			
TRAFICO VEH/DIA ⁽¹⁾	> 4000								4000 - 2001				2000-400				< 400			
CARACTERÍSTICAS	AP ⁽²⁾				MC				DC				DC				DC			
OROGRAFÍA TIPO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
VELOCIDAD DE DISEÑO:																				
30 KPH																				
40 KPH																				
50 KPH																				
60 KPH																				
70 KPH																				
80 KPH																				
90 KPH																				
100 KPH																				
110 KPH																				
120 KPH																				
130 KPH																				
140 KPH																				
150 KPH																				

Rango de velocidades de diseño

Para comenzar a realizar el trazo a pelo de tierra o también llamado línea de gradiente, utilizamos la tabla 303.01 de la DG 2013.

Tabla 303.01
Pendientes máximas (%)

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Vehículos/día	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 20 km/h																	8,00	9,00	10,00	12,00
30 km/h																	8,00	9,00	10,00	12,00
40 km/h																	8,00	9,00	10,00	10,00
50 km/h											7,00	7,00					8,00	8,00	8,00	8,00
60 km/h					6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00				8,00	8,00	8,00	8,00
70 km/h			5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	7,00	7,00		7,00	7,00	7,00	7,00
80 km/h	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00		6,00	6,00			7,00	7,00	7,00	7,00
90km/h	4,50	5,00	5,00		5,00	5,00	6,00		5,00	5,00			6,00				6,00	6,00	6,00	6,00
100km/h	4,50	4,50	4,50		5,00	5,00	6,00		5,00				6,00							
110 km/h	4,00	4,00			4,00															
120 km/h	4,00	4,00			4,00															
130 km/h	3,50																			

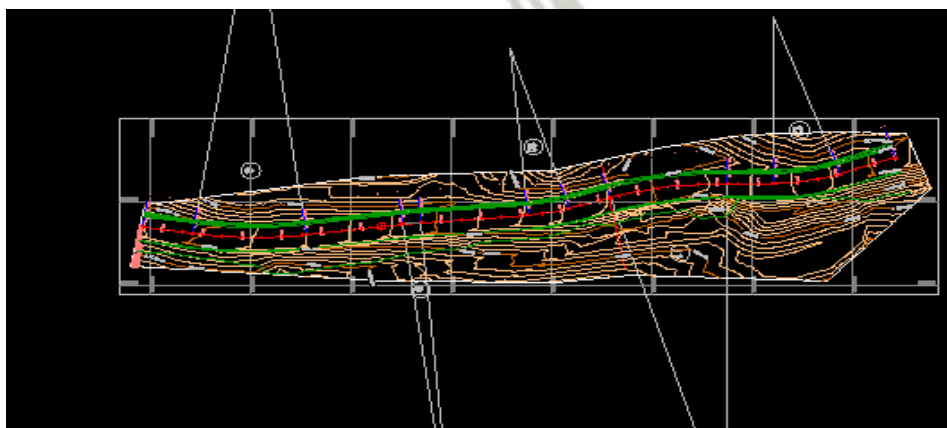
Rango de pendientes máximas

De la tabla observamos que para el rango de la velocidad directriz la pendiente máxima admisible esta en 8 y 9%, para el trazo a pelo de tierra es recomendable usar -1 a -2% la pendiente máxima, en este caso usaremos 7%.

D. DISEÑO GEOMETRICO EN PLANTA, PERFIL Y SECCION TRANSVERSAL.

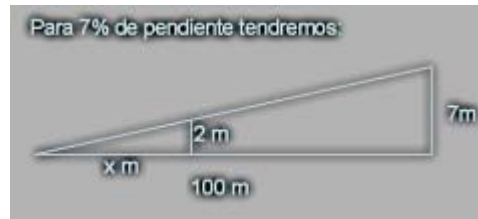
Tramos de diseño.- En el siguiente proyecto hemos considerado 5 tramos:

Para el siguiente ejercicio tomaremos 1 solo tramo siendo de la progresiva 0 + 510.0 a 0 + 891.4 de la “Carretera Pampa Verde”.



- **Trazo de la línea a pelo de tierra o línea de gradiente**

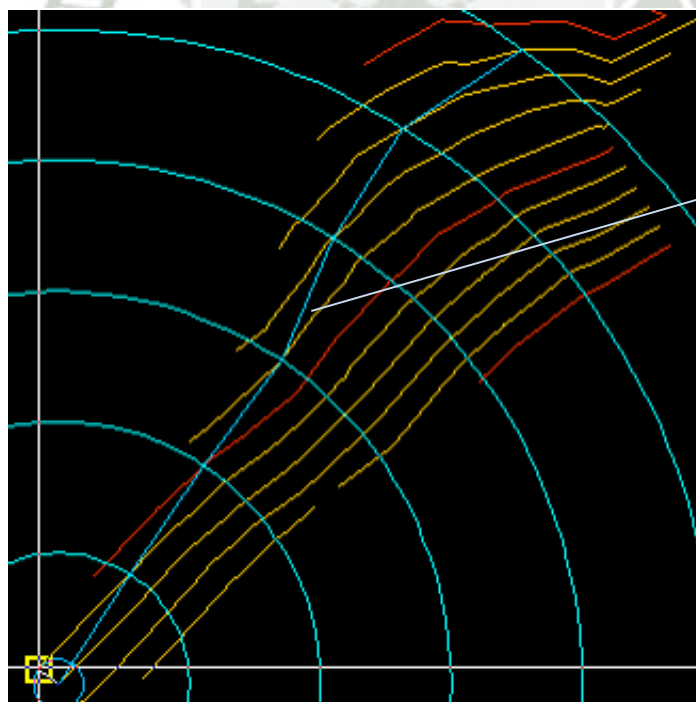
En una nueva capa, trazaremos la línea de gradiente del primer tramo con 7% de pendiente con las curvas que se encuentran cada 2 m para lo cual:



Calculamos la distancia horizontal necesaria para cumplir con la pendiente.

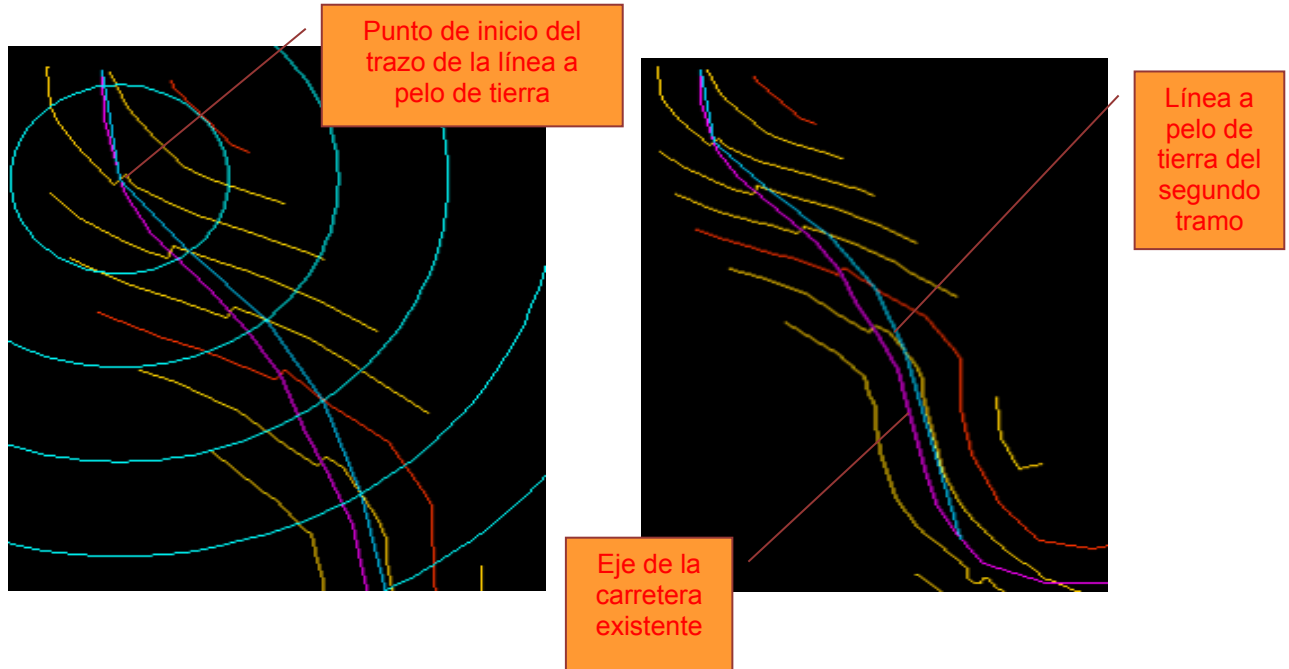
$$\rightarrow s=7\% \rightarrow x = 28.6 \text{ m}$$

Con esta distancia y a partir del punto de inicio trazamos círculos de radio x , trazando luego la línea a pelo de tierra.



Línea de
gradiente

Trazamos la línea a pelo de tierra con 8% de pendiente en el segundo tramo comenzando de la parte superior, de la misma manera que para el caso del primer tramo. En este caso la distancia horizontal será de 25m.



Con la línea a pelo de tierra comprobamos que la carretera existente posee una pendiente aproximada de 8%.

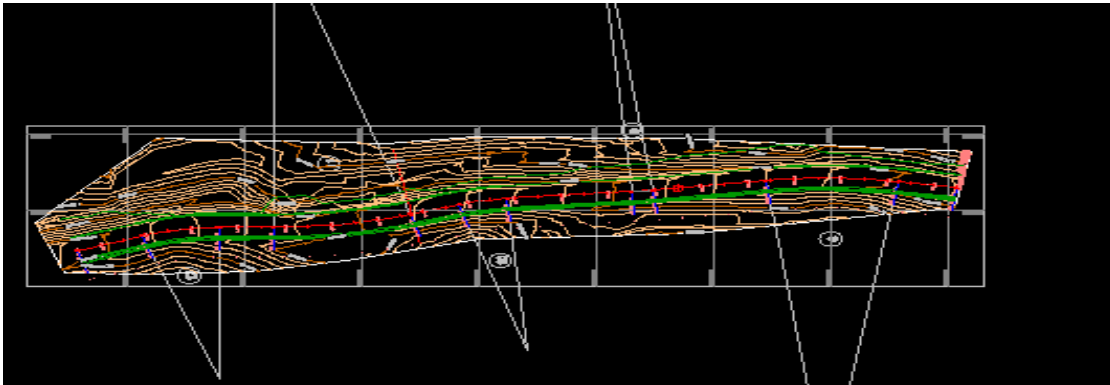
- Trazo de la línea definitiva

La línea a pelo de tierra es el trazo que nos generará el menor movimiento de tierra para realizar la carretera, sin embargo y casi siempre este trazo no cumple con los requerimientos de diseño, como radios mínimos de curvatura o longitudes de transición. Pero la línea a pelo de tierra nos sirve como guía para el trazo de una línea definitiva.

Se debe evaluar varios trazos de línea definitiva escogiendo después el que cumpla con las normas y nos genere el menor movimiento de tierras.

Al definir un trazo usualmente se busca un alineamiento que generen curvas de mayor radio, y por lo consecuente tangentes cortas.

Creando una nueva capa "Eje Def" y con ayuda del trazo a pelo de tierra proponemos el trazo.

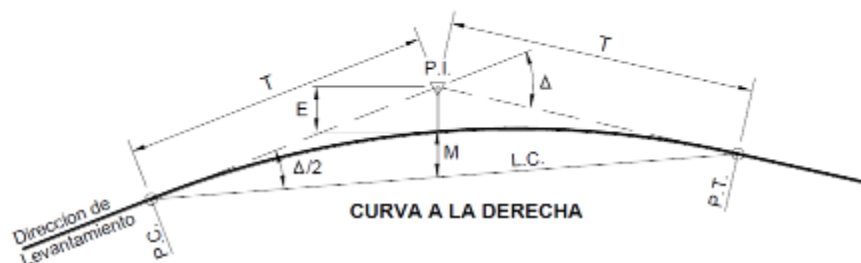


- Diseño de Curvas Horizontales

Las tendencias actuales de diseño de carreteras apuntan al diseño con alineamientos continuos curvilíneos, es decir carreteras con curvas circulares y espirales de radios grandes, con tramos en tangente muy cortos.

En el DG 2013, encontramos la descripción de curvas horizontales y sus respectivos requerimientos para su diseño.

Simbología de la curva circular



P.C. = Punto de Inicio de la Curva	
P.I. = Punto de Intersección	
P.T. = Punto de Tangencia	
E = Distancia a Externa (m.)	$T = R \tan \frac{\Delta}{2}$
M = Distancia de la Ordenada Media (m.)	$L.C. = 2 R \sin \frac{\Delta}{2}$
R = Longitud del Radio de la Curva (m.)	$L = 2\pi R \frac{\Delta}{360}$
T = Longitud de la Subtangente (P.C. a P.I. a P.T.) (m.)	$M = R[1 - \cos(\Delta/2)]$
L = Longitud de la Curva (m.)	$E = R[\sec(\Delta/2) - 1]$
L.C. = Longitud de la Cuerda (m.)	
Δ = Angulo de Deflexión	

Para continuar con las características de la carretera, utilizamos la tabla 304.01 de la DG 2013 para el ancho mínimo de calzada.

Tabla 304.02
Ancho de bermas

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera				
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400				
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera Clase				
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Velocidad de diseño: 30 km/h																			0,90	0,50	0,50
40 km/h																	1,20	1,20	0,90	0,50	0,50
50 km/h																			0,90	0,90	
60 km/h			3,00	3,00			2,60	2,60			2,60	2,60					1,20	1,20	1,20		
70 km/h			3,00	3,00			3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00					1,20				
80 km/h	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00							
90 km/h	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00										
100 km/h	3,00	3,00	3,00		3,00	3,00	3,00		3,00	3,00											
110 km/h	3,00	3,00			3,00	3,00															
120 km/h	3,00	3,00			3,00	3,00															
130 km/h	3,00	3,00																			

Rango de berma requerida

Para el rango de bombeo se tomara de acuerdo al tipo de superficie seleccionada, utilizamos la tabla 304.03 de la DG 2013.

Tabla 304.03
Valores del bombeo de la calzada

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfaltico y/o concreto Portland	2,0	2,5
Tratamiento superficial	2,5	2,5-3,0
Afirmado	3,0-3,5	3,0-4,0

Rango de bombeo máxima

En general, los anchos de la faja de dominio o derecho de vía, son fijados por la autoridad competente, utilizamos la tabla 304.09 de la DG 2013 para una carretera de Tercera Clase.

Tabla 304.09
Anchos mínimos de Derecho de Vía

Clasificación	Anchos mínimos (m)
Autopistas Primera Clase	40
Autopistas Segunda Clase	30
Carretera Primera Clase	25
Carretera Segunda Clase	20
Carretera Tercera Clase	16

Ancho mínimo →

La tabla 304.10, muestra valores referenciales de taludes en zonas de corte de la DG 2013.

Tabla 304.10
Valores referenciales para taludes en corte
(relación H:V)

Clasificación de materiales de corte	Roca fija	Roca suelta	Material		
			Grava	Limoarcilloso o arcilla	Arenas
Altura de corte < 5 m	1:10	1:6-1:4	1:1 -1:3	1:1	2:1
Altura de corte 5-10 m	Talud referencial		1:1	1:1	*
Altura de corte > 10 m	1:8	1:2	*	*	*

(*) Requerimiento de banquetas y/o estudio de estabilidad.

Finalmente con todos los datos antes descritos de las tablas e información del propio trazo se realizan los siguientes cálculos:

Calculo del diseño geométrico:

Datos:

Velocidad Directriz 3 alternativas:

40 Km/h, 50 Km/h y 60 Km/h

Carril: 6.60 m

Calzada: 3.30 m

Bombeo: 2%

Peralte: 4%

a) Máxima inclinación en borde de calzada: “ip max”

Primero calculamos la máxima inclinación de en cualquier borde de la calzada con la siguiente formula.

$$ip_{max} = 1,8 - 0,01 V$$

De acuerdo a los datos tenemos los siguientes resultados:

	40Km/hr	50Km/hr	60Km/hr
Ipmax =	1.40%	1.30%	1.20%

b) Longitud de Aplanamiento: “N”

Así mismo calculamos la longitud de aplanamiento del bombeo, esta longitud de aplanamiento es necesaria conocerla para saber la longitud que se necesita para que el carril exterior pierda su bombeo o se aplane, con la siguiente formula:

$$N = \frac{\text{Carril} * \text{bombeo}}{Ipmax}$$

De la cual obtenemos para los 3 tipos de velocidad antes mencionados:

N =

40Km/hr	50Km/hr	60Km/hr
4.71 m	5.08 m	5.50 m

c) Longitud de transición: "Lt"

$$Lt = \frac{\text{carril} * \text{peralte}}{Ip_{max}}$$

Lt =

40Km/hr	50Km/hr	60Km/hr
9.43 m	10.15 m	11.00 m

d) Peralte:

Con la longitud de transición calculamos el peralte para cualquier longitud de transición, en este caso realizaremos hasta 11 metros máximo para la velocidad directriz de 60 Km/h.

$$\text{Peralte} = \frac{Ip_{max} * Lt}{\text{carril}}$$

LT	PERALTE	PERALTE	PERALTE
1.00	0.42	0.39	0.36
2.00	0.85	0.79	0.73
3.00	1.27	1.18	1.09
4.00	1.70	1.58	1.45
5.00	2.12	1.97	1.82
6.00	2.55	2.36	2.18
7.00	2.97	2.76	2.55
8.00	3.39	3.15	2.91
9.43	4.00	3.71	3.43
10.15	4.31	4.00	3.69
11.00	4.67	4.33	4.00

Los valores en rojo refieren a que el valor de LT ha superado el peralte máximo de diseño.

e) Sobre Ancho:

Calculamos el “Sobre Ancho” para una distancia “Lt”

Hemos considerado los siguientes datos obtenidos de las tablas para el cálculo del ejercicio y de acuerdo a la “Carretera Pampa Verde”.

Datos

Radio de Curva: 200 m

N° de Carriles: 2

Longitud del carro: en este caso consideramos un B3 (ya que se asemeja al radio de giro de un SCANIA de 4 ejes 8X4 Camión Minero) para facilidad de este cálculo.

De acuerdo a la siguiente formula:

$$S = n(R - \sqrt{R^2 - L^2}) + \frac{V}{10 * \sqrt{R}}$$

Obtenemos:

S =	40Km/hr	50Km/hr	60Km/hr
	0.75 m	0.82 m	0.89 m

Realizamos una verificación de los valores máximos para sobre anchos para distancias variables:

$$S_{\text{punto}} = \left(\frac{L_{\text{p}}}{L_{\text{t}}} \right) * S$$

Lp	s punto	s punto	s punto
1.00 m	0.08 m	0.08 m	0.08 m
2.00 m	0.16 m	0.16 m	0.16 m
3.00 m	0.24 m	0.24 m	0.24 m
4.00 m	0.32 m	0.32 m	0.33 m
5.00 m	0.40 m	0.41 m	0.41 m
6.00 m	0.48 m	0.49 m	0.49 m
7.00 m	0.56 m	0.57 m	0.57 m
8.00 m	0.64 m	0.65 m	0.65 m
9.43 m	0.75 m	0.77 m	0.77 m
10.15 m	0.81 m	0.82 m	0.83 m
12.00 m	0.96 m	0.97 m	0.98 m

Los valores de color rojo no se consideran ya que sobrepasan al sobre ancho máximo

f) Distancia de Velocidad de parada: “Dp”

La distancia de visibilidad de parada es la mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad de diseño, antes de que alcance un objetivo inmóvil que se encuentra en su trayectoria.

$$Dp = \frac{V t_p}{3.6} + \frac{V^2}{254(f \pm i)}$$

Para este cálculo consideramos la una tabla de coeficientes de fricción en función a las velocidades

COEFICIENTES DE ROZAMIENTO	
Velocidad	f
25	0.536
30	0.526
35	0.52
40	0.512
45	0.504
50	0.496
60	0.48
70	0.464
80	0.448
90	0.432
100	0.416
110	0.4

Es importante además tener la pendiente longitudinal para el cálculo este dato fue obtenido del levantamiento topográfico,

Aplicamos la formula teniendo el siguiente resultado:

$$Dp = \frac{V t_p}{3.6} + \frac{V^2}{254(f \pm i)}$$

COEFICIENTES DE ROZAMIENTO			40Km/h r	50Km/h r	60Km/h r	velocidad
VELC	f		0.512	0.496	0.480	Coefficiente de Rozamiento
30.00	0.53	Pendent e "i"	Dvp	Dvp	Dvp	Distancia de Velocidad de Parada
35.00	0.52	-5.39%	35.97	50.04	66.60	Convexo
40.00	0.51	-4.51%	36.63	51.15	68.31	Cóncavo
45.00	0.50	-7.48%	36.63	51.15	68.31	Convexo
50.00	0.50	-3.39%	35.59	49.40	65.60	Cóncavo
60.00	0.48	-4.08%	37.07	51.88	69.46	Cóncavo
70.00	0.46	-8.77%	37.07	51.88	69.46	Convexo
80.00	0.45	-1.55%	35.52	49.28	65.41	Cóncavo
90.00	0.43	-3.82%	35.52	49.28	65.41	Convexo

Culminado los cálculos procedemos a plasmarlo en la progresiva que se haya seleccionado.

E. DISEÑO DE LA CAPA DE REVESTIMIENTO GRANULAR

Los caminos por sus capas superiores y superficie de rodadura pueden ser clasificados como sigue:

- Con superficie de rodadura no Pavimentada
- Con superficie de rodadura Pavimentada

Para este caso en la “Carretera Pampa Verde” la clasificaríamos con una superficie de rodadura no Pavimentada, al ser una vía particular temporal para las operaciones propias de la Minería.

Dentro de esta clasificación tenemos varios tipos según el material a utilizar, o el mejoramiento o diseño a realizar para las capas:

- Caminos de tierra y mejorado con grava natural
- Caminos gravosos constituidos por una capa de revestimiento con material natural petreo sin procesar tamaño máximo de 75 mm
- Caminos afirmados, constituidos por una capa de revestimiento con materiales de cantera, dosificadas naturalmente o por medios mecánicos (zarandeo), con una dosificación especificada, compuesta por una combinación apropiada de tres tamaños o tipos de material: piedra, arena y finos o arcilla, siendo el tamaño máximo 25 mm.

Aquí existen 2 tipos:

- Afirmados con gravas naturales o zarandeadas
- Afirmados con gravas homogenizadas mediante chancado

Caminos con superficie de rodadura estabilizada con materiales industriales, aquí tenemos 2 tipos:

- Afirmados con grava con superficie estabilizada con materiales como: asfalto (imprimación reforzada), cemento, cal, aditivos químicos y otros.
- Suelos naturales estabilizados con: material granular y finos ligantes, asfalto (imprimación reforzada), cemento, cal, aditivos químicos y otros.

Para este trabajo lo hemos clasificado como “Caminos afirmados”, constituidos por capas de revestimiento, mediante gravas naturales o zarandeadas, ya que la cantera cercana, según los estudios realizados, podríamos homogenizar el material natural, con zarandeo para retener el material superior a 25 mm.

Trafico: Desde el punto de vista del diseño de la capa de rodadura en este caso existen 2 tipos de vehículos el Camión Volquete P460 Scania, y las camionetas de la supervisión de la mina además de otros equipos de servicios, tales como limpieza y mantenimiento de la carretera, transporte de personal y otros, para los cálculos consideramos el más relevante, siendo el más pesado.

Para la clasificación se deben hacer conteos de vehículos teniendo en consideración un mínimo de 3 días, para el caso de esta carretera, teniendo en consideración el ciclo de minado de la mina tenemos un máximo de 400 veh/día, con estos datos podríamos obtener la clasificación en la siguiente tabla:

CLASE	T0	T1	T2	T3	T4
IMDa (Total vehículos ambos sentidos)	< 15	16 – 50	51 – 100	101 – 200	201 – 400
Vehículos Pesados (carril de diseño)	< 6	6 – 15	16 – 28	29 – 56	57 – 112
Nº Rep. EE (carril de diseño)	< 2.5 x 10 ⁴	2.6 x 10 ⁴ - 7.8 x 10 ⁴	7.9 x 10 ⁴ – 1.5 x 10 ⁵	1.6 x 10 ⁵ – 3.1 x 10 ⁵	3.2 x 10 ⁵ – 6.1 x 10 ⁵

Si siguiente este estudio obtenemos los siguientes datos de campo:

IMDa: Numero de vehículos: 390 veh/dia

Cantidad de vehículos pesados: 112 veh/dia

Periodo de diseño: 5 años (La duración del proyecto Minero)

Con estos datos la clasificamos con un: “T4”

Así mismo es necesario también calcular el número de repeticiones de ejes equivalentes (EE) para el periodo de diseño.

Se utiliza la norma AAHSTO como un criterio simplificado con las siguientes relaciones:

Tipo de Eje	Eje Equivalente EE 8.2 tn
Eje Simples de rueda simples	$[P / 6.6]^4$
Eje Simple de rueda doble	$[P / 8.16]^4$
Eje Tandem de rueda doble	$[P / 15.1]^4$
Eje Tridem de rueda doble	$[P / 22.9]^4$
P = peso por eje en toneladas	

Es importante señalar que la presión de las llantas también afecta a este tema, de tal forma la presión máxima debe ser considerada en 80 psi pulg².

Para el cálculo del Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 t, se usará las siguientes expresiones por tipo de vehículo pesado, el resultado final será la sumatoria de los tipos de vehículos pesados considerados:

$$N_{rep} \text{ de EE } 8.2t = \sum [EE_{\text{día-carril}} \times 365 \times (1+t)^{n-1}] / (t)$$

$$EE_{\text{día-carril}} = EE \times \text{Factor Direccional} \times \text{Factor Carril}$$

$$EE = N^{\circ} \text{ de vehículos según tipo} \times \text{Factor de carga} \times \text{Factor de Presión de llantas}$$

Para el ejercicio de la Carretera “Pampa Verde”, según el tipo de vehículo Scania P460 8x4 hemos considerado un tipo Tándem de rueda doble, esto de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

La siguiente tabla nos da los resultados teniendo en cuenta los datos antes mencionados y los estudios realizados, así mismo considerando los siguientes factores:

Factor Direccional: 0.5, para caminos de 2 direcciones de 1 calzada.

Factor de Carril: 1, correspondiente a un carril por dirección o sentido para esta carretera.

Factor de presión de llantas: 1, estimado para los valores de CBVT y con capa de revestimiento granular.

En la siguiente tabla podemos encontrar los resultados con los datos antes señalados:

IMDa (total ambos sentidos)	Veh.Pesados (carril de diseño)	5 años (carril de diseño)		10 años (carril de diseño)	
		II° Repeticiones EE 8.2 tn	II° Repeticiones EE 8.2 tn	II° Repeticiones EE 8.2 tn	II° Repeticiones EE 8.2 tn
10	3	13,565	1.36E+04	15,725	1.57E+04
20	6	27,130	2.71E+04	31,451	3.15E+04
30	9	40,695	4.07E+04	47,176	4.72E+04
40	12	56,197	5.62E+04	65,148	6.51E+04
50	15	67,824	6.78E+04	78,627	7.86E+04
60	17	75,576	7.56E+04	87,613	8.76E+04
70	20	96,892	9.69E+04	112,324	1.12E+05
80	23	104,643	1.05E+05	121,310	1.21E+05
90	26	122,084	1.22E+05	141,528	1.42E+05
100	28	131,773	1.32E+05	152,761	1.53E+05
110	31	147,275	1.47E+05	170,733	1.71E+05
120	34	160,840	1.61E+05	186,458	1.86E+05
130	37	172,467	1.72E+05	199,937	2.00E+05
140	40	187,970	1.88E+05	217,909	2.18E+05
150	43	203,473	2.03E+05	235,881	2.36E+05
160	45	209,286	2.09E+05	242,620	2.43E+05
170	48	226,727	2.27E+05	262,838	2.63E+05
180	51	236,416	2.36E+05	274,071	2.74E+05
190	54	253,856	2.54E+05	294,289	2.94E+05
200	56	265,483	2.65E+05	307,768	3.08E+05
250	71	335,245	3.35E+05	388,641	3.89E+05
300	84	399,194	3.99E+05	462,775	4.63E+05
350	99	468,956	4.69E+05	543,648	5.44E+05
400	112	529,029	5.29E+05	613,289	6.13E+05

Numero de repeticiones para el ejercicio seria:

Nrep de EE 8.2T: 529,029

a) Subrasante: De acuerdo a los estudios realizados precios de la carretera se realizaron los ensayos del CBR, obteniéndose un CBR.

CBR= 13%

De acuerdo a la clasificación la denominaríamos una S3 Subrasante Buena CBR entre 11 y 19%.

De acuerdo a los estudios realizados y al ser una carretera en un talud, se consideró se realizaron los estudios que la capa freática se encontraba a más de 3 metros, de tal forma superamos los 0.60 m considerados como mínimos para esta clasificación de Subrasante Regular y además a más de 1.20 m considerados para problemas de heladas, al estar esta carretera a 3,500 msnm.

En campo se realizó el Reconocimiento, diagnóstico y programa de prospecciones de ensayo tomándose en cuenta los siguientes puntos:

Granulometría: Se realizaron ensayos cada 50 m encontrándose cantidad entre gravas, arenas, arcillas y limos.

Plasticidad: El análisis granulométrico no permite apreciar esta característica por lo que es necesario definir los Límites de Atterberg.

De acuerdo a los ensayos es necesario calcular los LL Límites Líquidos, LP Límites plásticos, y LC Límites de contracción.

El límite plástico o IP, se define con la siguiente formula:

$$IP = LL - LP$$

En nuestro cálculo para la carretera Pampa Verde, los resultados arrojaron un IP=5

De acuerdo a la siguiente tabla, obtenemos un suelo poco arcilloso:

Indice de Plasticidad	Característica
IP > 20	suelos muy arcillosos
20 > IP > 10	suelos arcillosos
10 > IP > 4	suelos poco arcillosos
IP = 0	suelos exentos de arcilla

Equivalente de Arena: El equivalente de Arena según los estudios se clasifico como:

$$\text{sí } 40 > EA > 20$$

Índice de Grupo: De acuerdo al análisis granulométrico se obtuvo un índice de grupo de: 0.93.

$$\text{IG}=0.93$$

Según la siguiente formulación:

$$\text{IG} = 0,2(a) + 0,005(ac) + 0,01(bd)$$

De acuerdo a la tabla de clasificación obtenemos:

Índice de Grupo	Suelo de Subrasante
IG > 9	Muy Pobre
IG está entre 4 a 9	Pobre
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 – 2	Bueno
IG está entre 0 – 1	Muy Bueno

La carretera Pampa Verde en cuanto a subrasante se obtenía un Índice de grupo “Muy Bueno”.

Humedad Natural: En este punto la humedad se encontraba por debajo de la óptima, en esta época de pocas lluvias en donde sería la construcción de la carretera “Pampa Verde” se decidió realizar el regado de la vía, para así obtener la humedad adecuada.

De acuerdo a los resultados antes mencionados, realizamos la clasificación según la tabla:

Clasificación general	Suelos granulosos 35% máximo que pasa por tamiz de 0,08 mm							Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0,08 mm				
	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7	
Grupo	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6
Símbolo	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6
Analisis granulométrico % que pasa por el tamiz de: 2 mm 0,5 mm 0,08 mm	máx. 50 máx. 30 máx. 15	máx. 50 máx. 25 máx. 10	mín. 50 máx. 10	máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 35	min. 35	min. 35	min. 35	min. 35	min. 35
Límites Atterberg límite de liquidez índice de plasticidad	máx. 6	máx. 6		máx. 40 máx. 10	mín. 40 máx. 10	máx. 40 mín. 10	mín. 40 mín. 10	máx. 40 máx. 10	máx. 40 máx. 10	máx. 40 mín. 10	mín. 40 IP<LL-30	mín. 40 IP<LL-30
Índice de grupo	0	0	0	0	0	máx. 4	máx. 4	máx. 8	máx. 12	máx. 16	máx. 20	máx. 20
Tipo de material	Piedras, gravas y arena		Arena Fina	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Estimación general del suelo como subrasante	De excedente a bueno						De pasable a malo					

Teniendo en consideración los cálculos antes realizados, es necesario calcular la capa para el dimensionamiento de los espesores del afirmado, se adoptó como representativa la siguiente ecuación del método NAASRA, (National Association of Australian State Road Authorities (hoy AUSTROADS) que relaciona el valor soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el afirmado, expresada en Número de Repeticiones de EE:

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} \times (\text{Nrep}/120)$$

De acuerdo s los siguientes datos tenemos:

CBR: 13%

Nrep: 529,029

Reemplazando en la formula tenemos:

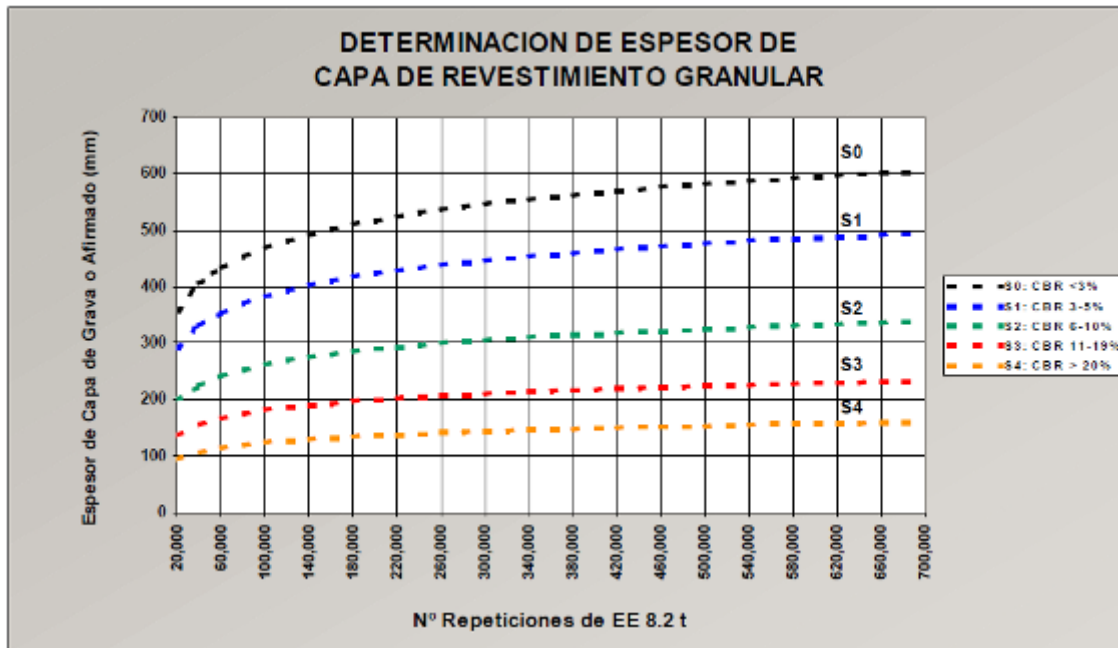
$$e = (219-211*(\text{LOG}10(13))+58*((\text{LOG}10(13))^2)*\text{LOG}10((529052/120)))$$

$$e= 246.241088 \text{ mm}$$

$$e= 0.246 \text{ m}$$

Considerando este resultado, redondeamos el resultado para temas prácticos en campo a 30 cm.

Finalmente en la tabla siguiente podemos también clasificarla:



3. ANEXOS y PLANOS

- Anexo A.2: Registro de Pruebas Geomecánicas no Destructivas
- Anexo A.3: Registro de Estaciones Geomecánicas
- Anexo A.4: Envolvente No Lineal Hoek-Brown y de Rotura Barton - Bandis
- Anexo A.5: Ensayos de Laboratorio
- Anexo A.6: Análisis de Estabilidad de Taludes
- Anexo A.6.1: Análisis de Muros de Suelo Reforzado
- Anexo B.1: Cálculos Hidrológicos e Hidráulicos
- Anexo D: Planos y especificaciones

- Anexo E: IPERC
 - Anexo F: Planos Clave finales
- SGYM-1012-PV-HR-PC-001-001 (Plano Clave 0+000 a 2+500)
 - SGYM-1012-PV-HR-PC-001-002 (Plano Clave 2+500 a 4+300)
 - SGYM-1012-PV-HR-PC-001-002 (Plano Clave 4+300 a 5+400)
 - SGYM-1012-PV-HR-PC-001-004 (Plano Clave 5+400 a 6+125)
 - SGYM-1012-PV-HR-PC-001-005 (Plano Clave Otros Accesos y Ramal Superior)

4. RECOMENDACIONES

Para el inicio de todo proyecto, es muy importante para nosotros tener una estructura organizada para llevar a cabo una buena dirección de proyectos en donde tengamos conocimientos, habilidades y técnicas para todas las actividades a desarrollarse, en nuestro caso seguimos el Manual de Gestion de Proyectos del Grupo Graña y Montero en donde tenemos definido responsabilidades, que cada área y persona debe cumplir, particularmente recomiendo la “Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos” (Guía del PMBOK, quinta edición) en donde podemos encontrar la aplicación de conocimientos, procesos, habilidades, herramientas y técnicas que pueden tener un impacto considerable en el éxito de un proyecto, aquí podremos encontrar 47 procesos de la dirección de proyectos agrupados de manera lógica, categorizados en cinco grupos: Inicio, Planificación, Ejecución, Monitoreo y Control, y Cierre.

Es importante que todo el personal tenga bien definido el procedimiento de construcción de los taludes, mediante programas de capacitación exhaustivas, para así evitar accidentes fatales en el Proyecto.

Es importante que todo el personal cumpla con los procedimientos del Decreto Supremo 055 de Energía y Minas en el caso de este proyecto en particular por encontrarse bajo los reglamentos de una Unidad Minera,

tanto para controles medio ambientales como de procedimientos mínimos de seguridad; estas capacitaciones se realizan en 7 días intensivos antes de empezar los trabajos, dictados en nuestro caso por ISEM (Instituto de Seguridad Minera).

Es importante tener en cuenta para futuras licitaciones las tarifas de los equipos de las comunidades cercanas, ya que fue el principal problema debido a su alto costo que fue de hasta un 50% mayor al del mercado.

Es importante definir en conjunto con las relaciones comunitarias del Cliente el costo final de Mano de Obra pactado para incluirlas en los presupuestos a desarrollar.

El emplazamiento de las estructuras de contención deben ser programadas y realizadas en épocas de estiaje ofreciendo la seguridad al personal encargado de realizar el proceso constructivo.

Se recomienda implementar un trabajo previo de drenaje superficial en las zonas donde se han de desarrollar los trabajos de contingencia con la finalidad de que los taludes no contengan altas presiones de poros que afecten la estabilidad del talud durante proceso de construcción y emplazamiento.

5. CONCLUSIONES

Se lograron los objetivos de seguridad propuestos por el Cliente y el constructor, gracias al buen manejo y capacitación de la prevención de riesgos y los aspectos ambientales, no tuvimos accidentes mortales, esto es importante en cualquier tipo de empresa.

Se alcanzaron las metas económicas gracias al buen control de costos mediante software que permitieron detectar a tiempo los adicionales que debían ser elevados como reclamos al Cliente.

Se entregó el proyecto antes del tiempo, gracias a una revisión del cronograma exhaustivo dando énfasis a los cuellos de botella que podían

imposibilitar la entrega debido a cambios significativos y alcances que podían ser subcontratados para acelerar los procesos.

Se alcanzaron las metas del clima laboral máxima de la corporación gracias a planificaciones y cronogramas de bienestar social aplicados a todo el personal.

Se alcanzaron las mejores relaciones con las comunidades gracias a capacitaciones intensivas del significado del proyecto y los controles que iban a ser aplicados, acompañado además de un programa de relaciones comunitarias para el beneficio y desarrollo de la comunidad en conjunto con el Cliente.

6. BIBLIOGRAFIA

- Relatorio de Obra Proyecto Pampa Verde – Stracon GyM (Desarrollado por la Oficina Técnica de la Obra).
- Estabilización de Taludes del Proyecto Pampa Verde – Anddes Asociados SAC.
- Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito, aprobado por Resolución Directoral N° 084-2005-MTC/14.
- Decreto Supremo de Energía y Minas N° 055 – 2010 EM.
- Guía de los Fundamentos para Dirección de Proyectos PMBOK (Quinta Edición).