



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería de Minas

“ANÁLISIS GEOTÉCNICO PARA LA ESTABILIDAD
DE LAS DESMONTERAS DSB1, Y DSB2, SANTA
BÁRBARA, HUANCVELICA 2019”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor:

ROBERT PAUL ACUÑA MEDINA

Asesor:

Ing. M.Sc. Daniel Alejandro Alva Huamán

Cajamarca - Perú

2020

DEDICATORIA

La presente tesis la dedico a Dios por guiar y bendecir mi camino, a mi viejita linda Elida Medina Rojas quien fue, es y será un ejemplo a seguir, gracias a ella y a sus infinitos consejos es que estoy logrando desarrollarme como persona y profesionalmente y que aún desde el cielo sigue ayudándome a tomar las decisiones correctas, a mi hermano del alma William que más que un hermano es mi Padre y un fiel compañero, que con sus consejos y enseñanzas me ayudan a salir adelante ante cualquier adversidad que se me presenta, a mi hermana Gladys que es mi segunda madre y Jorge, gracias por su paciencia, por sus consejos y por las largas conversaciones que teníamos para ayudarme a seguir adelante, a mi hermana Yudi que siempre la llevo en mi corazón.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la vida, por bendecir e iluminar todos y cada uno de los pasos que doy, a mi familia que siempre está conmigo de la mano en las buenas y malas apoyándome en todo lo que siempre necesito, a mi asesor Ing. Daniel Alejandro Alva Huamán quien ha sido más que un guía y siempre estuvo dispuesto a despejar todas las dudas que tuve en el desarrollo de este trabajo.

Tabla de contenidos

	Pág.
DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN	8
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Realidad problemática	9
1.2. Formulación del problema	15
1.3. Objetivos	15
1.4. Hipótesis.....	15
CAPITULO II. METODOLOGÍA	16
CAPÍTULO III. RESULTADOS	17
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	64
4.1. Discusión.....	64
4.2. Conclusiones.....	65
REFERENCIAS	66
ANEXOS	57

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Ubicación de la mina Santa Bárbara	17
Tabla 2 Coordenadas de las desmonteras DSB-01 y DBS-02.....	18

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Botadero en pilas o tortas	14
Figura 2. Ubicación de la zona de investigación “Santa Bárbara”	17
Figura 3. Rocas calizas, Grupo Pucará	19
Figura 4. Areniscas del grupo Goyllarisquizga	20
Figura 5. Rocas volcánicas de la formación Chayllacatana al sur de Santa Bárbara	21
Figura 6. Areniscas rojas con venillas de yeso y arcilla, formación Casapalca	21
Figura 7. Tobas de la formación Santa Bárbara,	22
Figura 8. Sector 1-DSB1	26
Figura 9. Sector 2-DSB1	26
Figura 10. Sector 3-DSB1	27
Figura 11. Composición de los estratos del suelo de fundación y el desmorte.	28
Figura 12. Análisis ESTÁTICO de la estabilidad natural de la desmontera DSB-1, talud derecho.....	29
Figura 13. Análisis ESTÁTICO de la estabilidad natural de la desmontera DSB-1, talud izquierdo	29
Figura 14. Análisis SEUDO-ESTÁTICO de la estabilidad natural de la desmontera DSB-1, talud derecho.....	30
Figura 15. Análisis SEUDO-ESTÁTICO de la estabilidad natural de la desmontera DSB-1, talud izquierdo	30
Figura 16. Análisis ESTÁTICO de la estabilidad local del banco derecho, con un talud recomendado.....	31
Figura 17. Análisis ESTÁTICO de la estabilidad local del banco izquierdo, con un talud recomendado.....	31
Figura 18. Análisis PSEUDO-ESTÁTICO de la estabilidad local del banco derecho, en el talud del depósito DSB-1 (factor de aceleración sísmica de 0,18 g	32
Figura 19. Análisis PSEUDO-ESTÁTICO de la estabilidad local del banco izquierdo, en el talud del depósito DSB-1 (factor de aceleración sísmica de 0,18 g	32

Figura 20. Sector 1 y 2 -DSB2-A	34
Figura 21. Composición de los estratos del suelo de fundación y el desmonte	35
Figura 22. Análisis ESTÁTICO del talud natural, para el depósito DSB-2A.....	36
Figura 23. Análisis SEUDO-ESTÁTICO del talud natural del depósito DSB-2A (factor de aceleración sísmica de 0,18 g).....	36
Figura 24. Análisis ESTÁTICO de la estabilidad local de los bancos con taludes, para el depósito DSB-2A.....	37
Figura 25. Análisis PSEUDO-ESTÁTICO de la estabilidad local de los bancos con taludes para el depósito DSB-2A (factor de aceleración sísmica de 0,18 g)	37
Figura 26. Composición de los estratos del suelo de fundación y el desmonte.	39
Figura 27. Análisis ESTÁTICO del talud natural, para el depósito DSB-2B.	40
Figura 28. Análisis SEUDO-ESTÁTICO del talud natural del depósito DSB-2B (factor de aceleración sísmica de 0,18 g).....	40
Figura 29. Análisis ESTÁTICO de la estabilidad local de los bancos con taludes, para el depósito DSB-2B.....	41
Figura 30. Análisis PSEUDO-ESTÁTICO de la estabilidad local de los bancos con taludes para el depósito DSB-2B (factor de aceleración sísmica de 0,18 g)	41
Figura 31. Plano de estabilidad física DSB1	43
Figura 32. Plano de estabilidad Hidrológica DSB1.....	45
Figura 33. Plano de estabilidad física DSB2-A.....	46
Figura 34. Plano de estabilidad hidrológica DSB2-A	48
Figura 35. Plano de estabilidad física DSB2-B	49
Figura 36. Plano de estabilidad hidrológica DSB2-B	51

RESUMEN

Esta investigación tuvo por objetivo realizar el análisis geotécnico para la estabilidad de desmonteras en Santa Bárbara, Huancavelica. La investigación fue descriptiva, explicativa y cuantitativa; se utilizó fichas de registro de datos geotécnicos, softwares ArcGIS y AutoCAD para elaboración de planos; para evaluar la estabilidad de las desmonteras, se realizó el análisis mediante un modelo matemático, en las secciones consideradas críticas, se empleó programas de cómputo como el Slide.

En la evaluación de la estabilidad física de las desmonteras se concluye que son inestables y deben ser removidas o estabilizadas mediante cortes y rellenos conformados con muros de pie, material de cobertura; en cuanto estabilidad hidrológica se tendrán 4 y 6 tramos respectivamente con sección tipo T1 y T2 de mampostería con pendiente variable de acuerdo a la superficie de terreno natural y descarga finalmente al colchón de mampostería, cuneta de acceso o a la caja colectora según corresponda. Las desmonteras no son generadores de acidez y el contenido de mercurio se considera que es estable y no lixivia su contenido en los cuerpos receptores está dentro de los Límites Máximos Permisibles, y serán revegetados colocándose una capa de material orgánico de 0,25 m de espesor para proseguir con la siembra y fertilización.

Palabras claves: Análisis geotécnico, estabilidad, desmontera.

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En la actualidad en algunos lugares mineros del Perú el desmonte es depositado en áreas en las cuales no se ha realizado una adecuada evaluación geotécnica, he incluso se construyen cerca de drenajes pudiendo contaminar estos, además de viviendas aledañas, y en el peor de los casos son abandonados y a futuro se convierten en pasivos ambientales,

Ortiz (2011) nos dice que la minería en su conjunto produce toda una serie de contaminantes gaseosos, líquidos y sólidos, que de una forma u otra van a parar al suelo. Esto sucede entre otros por el vertido directo de los productos líquidos de la actividad minera y metalúrgica, o por la infiltración de productos de lixiviación del entorno minero: aguas provenientes de minas a cielo abierto, desmonteras, etc.

Según los autores Vaughan (1989.), Elizondo (1994), los principales impactos causados por la minería a cielo abierto son los siguientes:

Afectación de la superficie: Devasta la superficie, modifica severamente la morfología del terreno, apila y deja al descubierto grandes cantidades de material estéril, produce la destrucción de áreas cultivadas y de otros patrimonios superficiales, puede alterar cursos de aguas y formar grandes lagunas para el material descartado.

Afectación de las aguas superficiales: Los residuos sólidos finos provenientes del área de explotación pueden dar lugar a una elevación de la capa de sedimentos en los ríos de la zona.

Afectación de las aguas subterráneas o freáticas: Aguas contaminadas con aceite usado, con reactivos, con sales minerales provenientes de las pilas o botaderos de

productos sólidos residuales de los procesos de tratamiento, así como aguas de lluvia contaminadas con contenidos de dichos botaderos, o aguas provenientes de pilas o diques de colas, o aguas de proceso contaminadas, pueden llegar a las aguas subterráneas.

Afectación de los suelos: Implica la eliminación del suelo en el área de explotación, y produce un desecamiento del suelo en la zona circundante, así como una disminución del rendimiento agrícola y agropecuario.

Impacto sobre la flora: Implica la eliminación de la vegetación en el área de las operaciones mineras, así como una destrucción parcial o una modificación de la flora en el área circunvecina a los botaderos.

Entre los factores que afectan la estabilidad de las desmonteras tenemos: a) la configuración del botadero como son la altura (Distancia vertical desde la superficie del terreno a la cresta del botadero); volumen (Usualmente expresado en metros cúbicos); ángulo de talud (Es el ángulo total medido desde la cresta hasta el pie del botadero. Por lo general el ángulo aceptado es de 26° , este valor va relacionado con los procesos de reclamación); promedio del ángulo de reposo de los materiales en los botaderos es 37° , ángulos mayores a 37° podrían ser considerados como botaderos sobre inclinado y estos están relacionados con el tipo de materiales que son descargados.

b) la fundación de los taludes y grado de confinamiento, Ambos afectan la estabilidad de los botaderos, Fundaciones muy empinadas de los taludes y sin confinamiento, son consideradas de alto riesgo y han sido reportadas como causa de fallas importantes, una situación favorable sería la disminución del ángulo en la base del botadero y el confinamiento tridimensional del mismo.

c) Condiciones de la fundación que por lo general son consideradas como factores clave en la estabilidad general del botadero los tipos de Fundaciones: Competente: Botadero fundado sobre roca competente o suelo con igual o mayor resistencia que los materiales del botadero en el cual es insensible la generación de presión de poros o la reducción de la resistencia por el aumento de la carga. Intermedia: En este caso el material consolidará y ganará resistencia con el tiempo, sin embargo, es susceptible a generar presiones de poros y baja resistencia si es cargado rápidamente.

Débil: Los materiales son débiles y no pueden asegurar buenos límites de resistencia al corte, se tratan de materiales que no ganan una resistencia significativa con la consolidación por la carga. Este fenómeno es común en las arcillas y son materiales susceptibles a licuefacción o elevadas presiones de poros.

Las desmonteras han sido y son una estructura de mucha importancia para la minería, debido a su importancia en el ciclo de operación. Un control inadecuado o poco interés de las empresas mineras hacia dichas estructuras han generado pasivos ambientales muy visibles a los ojos de la población en general, que han catalogado a la actividad minera altamente contaminador (Vilca, 2019).

Ortiz (2011), nos dice que los criterios utilizados en el diseño se basan en la aplicación de metodologías de análisis y diseño, para obras de ingeniería geotécnica. En los análisis de estabilidad de taludes se considera un valor mínimo de Factor de Seguridad FS de 1,5 en la condición estática, sin sismo. Para la condición pseudo-estática se considera un coeficiente sísmico equivalente a 1/2 de la aceleración sísmica de diseño que aseguran un adecuado comportamiento de los taludes desde el punto de vista de la resistencia de los suelos y materiales involucrados, Los análisis de estabilidad asumen superficies de falla tipo circular, planar o fallas del tipo bloque. Si el botadero de

desmante no es físicamente estable se proponen tres métodos de trabajo: Método de Banquetas, Método de Gaviones, Método de Suelo Reforzado. El control físico de los botaderos se demuestra que tiene gran influencia, al controlar el diseño del talud, para que estos no colapsen.

Sjobery (1996), Deere (1987), Hook (1985) plantean el diseño de la pendiente (talud) de las pilas o escombreras de desmante en su forma estructural, para garantizar las medidas de seguridad preventivo; refieren sus temas al diseño de una pared de talud utilizando modelos de equilibrio limite, análisis finito para encontrar un factor de seguridad compatible con la estabilidad física. Otro autor como Cai (2007) indica que el uso de GIS (Sistema de Información Geofísica) ayudaría como modelo para el análisis de la estabilidad de un talud en 30 considerando un factor de seguridad mínima de 1,33.

Según el MEM (2016), para las desmonteras, los factores mínimos de seguridad son 1.5 como factor de seguridad mínimo en condiciones estáticas y 1.3 como factor mínimo de seguridad en condiciones pseudo-estática.

Vilca (2019), en su estudio geotécnico para la estabilidad del talud del depósito de desmante santa rosa del proyecto santa rosa – Arequipa, planteó que para el depósito de desmante se contará con un talud interbanqueta de 2H: 1V y talud global de 2.5H:1V. mencionó que el material almacenado en el depósito de desmante no generará drenaje ácido, la construcción será en forma ascendente; con una capacidad de material de desmante de mina de aproximadamente $196\,511.00\text{ m}^3$ en un área total aproximado de 2.0 ha. Para la estabilidad hidrológica los canales han sido diseñados con taludes laterales de 1H:1V, con secciones transversales trapezoidales o en “V”, y propone colocar un revestimiento de enrocado y enrocado con concreto.

Ortiz (2016), menciona que según los resultados obtenidos en laboratorio el material de desmonte no es generador de drenaje ácido, el sistema de clasificación unificado de suelos (SUCS) gravas, arenas, limonitas. En los ensayos de compresión triaxial el ángulo de fricción interna para el depósito de desmonte Cuajone es 37 grados y Cocotea Oeste de 39 grados.

Ortiz (2011), en su investigación determinó que la mejor inclinación del banco debe ser de 30°, con una altura de 15 m con banquetas de 12 m, que da un factor de seguridad de 1,50, incluyendo coeficiente sísmico y carga de volquetes de 100 t, lo cual está por encima del mínimo que está de 1 -1,5. Recomendó colocar una cobertura de arcilla y tierra de la zona en el botadero para que no sigan produciendo aguas ácidas y a fin de mejorar el paisaje, la cobertura debe tener un mínimo de 30 cm, y sembrar plantas de la zona. En la corona y en la base de botadero recomendó colocar canaletas de drenaje de escorrentía, así mismo se proyectó la construcción de canales de drenaje para evitar el efecto de la escorrentía superficial.

Álvarez (2018), fijó metas en la ejecución del cierre del Botadero 28, pasando por las fases hasta su cierre final. Se analizaron las fases 3 de 30 hectáreas, fase 4 de 16 hectáreas y la fase 5 consta de 11.6 hectáreas, para lo cual se hizo en detalle el diseño y construcción del cierre de la fase 3; finalmente, se hizo una proyección del cierre del Botadero 28 en sus fases finales 4 y 5. Como resultados en seguridad (1.14-1.13), estabilidad física con una compactación mayor del 95%, calidad del agua, estabilidad geoquímica de no producir drenaje ácido, estabilidad biológica, uso futuro del suelo.

Existen casos en que no se dispone de laderas cercanas en que se puedan depositar los materiales estériles, por lo que se debe recurrir a la construcción de pilas o tortas de acopio. En este caso debe considerarse la construcción o habilitación permanente de

accesos sobre la pila misma, a diferencia de la disposición en laderas en que parte de los accesos se habilitan en los mismos cerros

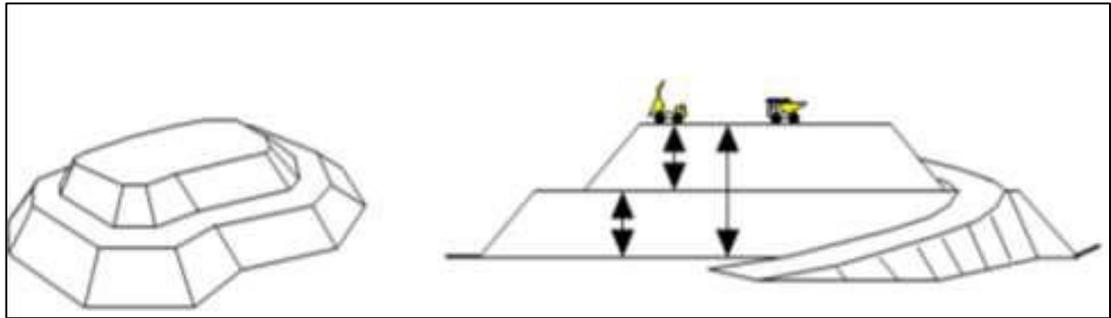


Figura 1. Botadero en pilas o tortas, Fuente: Universidad de Atacama Chile

Como consecuencia de las actividades mineras realizadas por Santa Bárbara han quedado bocaminas, rajos, chimeneas, tajos abiertos, depósitos de relaves y depósitos de desmontes localizadas en diferentes zonas con áreas, volúmenes, formas y características diversas.

En tal sentido como parte de la investigación se ha realizado un análisis geotécnico para la estabilidad física de las desmonteras en Santa Bárbara.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el diseño de estabilidad al realizar el análisis geotécnico de las desmonteras DSB1, DSB2 en Santa Bárbara, Huancavelica 2019?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Realizar el análisis geotécnico para diseñar la estabilidad de las desmonteras DSB1, DSB2A, DSB2B Santa Bárbara, Huancavelica 2019.

1.3.2. Objetivos específicos

- Describir las formaciones geológicas de la zona de investigación.
- Realizar el diseño de estabilidad física de las desmonteras
- Realizar el diseño de estabilidad hidrológica de las desmonteras.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis General

Al realizar el análisis geotécnico se podrá diseñar la estabilidad de las desmonteras DSB1, DSB2A, DSB2B, Santa Bárbara, Huancavelica 2019.

1.4.2. Hipótesis específicas

Al realizar el cartografiado geológico se determinarán las formaciones geológicas presentes en la zona de estudio.

Con el análisis geotécnico se podrá realizar el diseño de estabilidad física de las desmonteras.

Con el análisis geotécnico se podrá realizar el diseño de estabilidad hidrológica de las desmonteras.

CAPITULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Será de tipo Cuantitativo No Experimental porque se usará datos cuantitativos en los cuales usaremos datos existentes (Ensayos) los cuales no se podrán manipular o modificar y de nivel correlacional, ya que las variables tendrán relación entre sí.

Según su profundidad: La investigación fue explicativa, porque se dio estudio a las relaciones de influencia entre las dos variables, es decir de los parámetros geotécnicos y la estabilidad de las desmonteras.

2.2. Población

Todas las desmonteras de Santa Barbara, Huancavelica

2.3. Muestra

2 desmonteras de Santa Bárbara, DSB 01 y DSB 02

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

La técnica viene a ser la observación directa, plano topográfico base para el cartografiado, uso de software ArcGIS y AutoCAD para elaboración de planos, Slide para hallar el factor de seguridad.

Para evaluar la estabilidad de las desmonteras, se ha realizado el análisis de estabilidad de taludes mediante modelo matemático, en las secciones, consideradas críticas.

En los cálculos relativos al análisis de estabilidad de taludes se han empleado programas de cómputo de reconocida confiabilidad Slide de Rocscience, lo que ha posibilitado estudiar detalladamente una gran variedad de configuraciones de falla.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Aspectos generales

3.1.1. Ubicación

Santa Bárbara se ubica en el departamento de Huancavelica, Ver plano 01

Tabla 1.

Ubicación de la mina Santa Bárbara

DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
Santa Bárbara	Huancavelica	Huancavelica

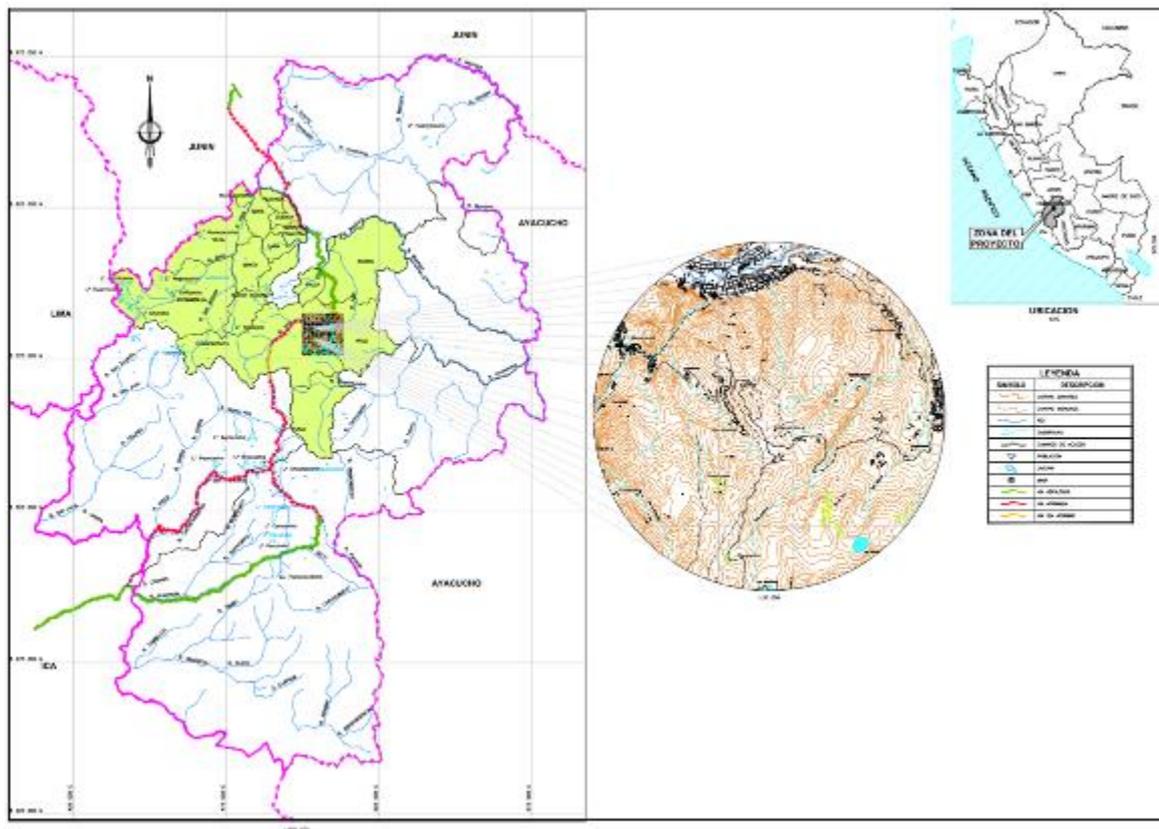


Figura 2. Ubicación de la zona de investigación “Santa Bárbara”. Ver plano 1

Las coordenadas de la concesión minera se muestran en la tabla 2.

Tabla 2.

Coordenadas de las desmonteras DSB-01 y DBS-02

SANTA BÁRBARA DESMONTERAS			
DESMONTERA	COORDENADAS		ÁREA M2
	NORTE	ESTE	
DSB-01	8,584,601.00	503,207.00	44,581.87
DSB-02	8,584,476.00	503,586.00	156,419.91

3.2. Geología de la zona Santa Bárbara

3.2.1. Geología regional

La mina Santa Bárbara se encuentra al sur-centro del país, al Sur de la capital de la ciudad de Huancavelica, en las estribaciones superiores de la Cordillera Occidental, esta área pertenece a la sub-cuenca del río Ichu y forma parte de la cuenca del río Mantaro.

La geomorfología del área de interés, es resultado de diversos procesos tectónicos, volcanismo, levantamiento de los andes y los efectos de meteorización y erosión. En este paisaje se ha diferenciado las unidades de la Cadena Cordillerana, Valles y Quebradas; con sus respectivas sub-unidades.

La zona de Santa Bárbara está conformada por unidades litoestratigráficas cuyas edades van desde el Mesozoico hasta el Reciente; la columna estratigráfica está compuesta por rocas de los grupos Pucará y Goyllarisquizga y las formaciones: Chayllacatana, Chulec, Casapalca y Santa Bárbara; estas rocas se encuentran parcialmente cubiertas por diferentes depósitos del cuaternario. Las rocas ígneas ocurren en forma muy puntual como cuerpos menores en forma de diques y sills.

3.2.2. Lito-estratigrafía y rocas ígneas

Las áreas de las minas Santa Bárbara está conformadas por unidades litoestratigráficas cuyas edades van desde el Mesozoico hasta el Reciente; la columna estratigráfica está compuesta por las siguientes unidades:

Grupo Pucará (JTR-p)

En estos lugares sobreyace a las unidades del Cretáceo y está cubierto parcialmente por las rocas volcánicas y depósitos cuaternarios; está conformado por calizas indivisos consistentes en una intercalación de calizas grisáceos a gris oscuros, algunos con tonos beige, con lutitas, lutitas limolíticas e intercalación de secuencias volcánicas, que afloran con una morfología algo agreste; estas rocas yacen con estratificación de variable espesor con rumbo de NNW a SSE, plegadas; con estratos que buzanan en dirección hacia el Este.



Figura 3. Rocas calizas, grupo Pucará

Grupo Goyllarisquizga (Ki- g)

Este grupo ocurre en forma discontinua al Norte y Noreste de Santa Barbara en contacto con las rocas del grupo Pucará y rocas de las formaciones Chayllacatana, Chulec y parcialmente cubiertos por los depósitos cuaternarios, localmente forman relieves pronunciados consecuencia de la erosión diferencial. La litología corresponde a areniscas cuarzosas de grano medio a grueso, de colores gris claras a gris marrones hasta gris anaranjados con variado grado de alteración, los estratos tiene variado espesor, se alternan en forma muy localizado con estratos de lutitas y limo arcillitas de pequeño espesor y estratos carboníferos; las areniscas presentan estratificación cruzada.



Figura 4. Areniscas del grupo Goyllarisquizga

Formación Chayllacatana (Ki-cha)

Consiste en una secuencia volcánica sedimentaria de derrames basálticos de color gris verdoso, gris rojizo-olivino hasta gris violáceo, interestratificadas con areniscas amarillentas y limolitas areniscozas colores rojizos hasta marrón rojizos, muy susceptibles a la meteorización y erosión.



Figura 5. Rocas volcánicas de la formación Chayllacatana al sur de Santa Bárbara.

Formación Casapalca (KP-c)

Esta unidad aflora en forma dispersa en el área, está constituida por lutitas rojas con intercalaciones de conglomerados y areniscas rojas; contiene arcillas, yeso y carbonatos.

Las areniscas se encuentran intercaladas con limo-arcillitas en capas gruesas y horizontes delgados de lodolitas; también ocurren niveles delgados de calizas con intercalación de lodolitas; en conjunto tienen color rojizo.



Figura 6. Areniscas rojas con venillas de yeso y arcilla formación Casapalca.

Formación Santa Bárbara (Nm-sb)

Constituye un complejo de centros volcánicos, con un ciclo inicial eruptivo que ha depositado una secuencia de tobas piroclásticas brechoides, seguido por un ciclo efusivo que ha depositado grandes volúmenes de derrame de brechas y lavas. En el área de la mina está constituido por tobas lapillíticas masivas (ignimbritas) de color rosado amarillento a blanquecino, que constituye una sucesión de flujos piroclásticos litológicamente monótonos, de composición riodacítica y espesor 80m.



Figura 7. Tobas de la formación Santa Bárbara,

3.3. Composición mineralógica de las Desmonteras DSB 1 y DSB 2

Las rocas predominantes en los desmontes de Santa Bárbara son areniscas y caliza. En su composición mineralógica predominan el cuarzo y calcita, con menores cantidades de hematina, albita, caolinita y piritita, entre otros, como se aprecia en el cuadro siguiente.

Tabla
Mineralógica de las desmonteras en Santa Bárbara

Minerales	Fórmula	Muestra DSB-001 % en peso	Muestra DSB-002A % en peso	Muestra DSB-002B % en peso
Cuarzo	SiO ₂	61.19	65.93	77.36
Dolomita	CaMg(CO ₃) ₂	0.23	0.53	0.30
Calcita	CaCO ₃	29.61	27.05	11.65
Ortoclasa	K(AlSi ₃ O ₈)	0.60	0.60	0.62
Albita	Na(AlSi ₃ O ₈)	0.70	0.92	0.91
Anortita	Ca(Al ₂ Si ₂ O ₈)	0.60	0.20	0.86
Piritita	FeS ₂	2.13	0.46	0.89
Calcopiritita	CuFeS ₂	0.01	0.01	0.01
Esfalerita	ZnS	0.02	0.09	0.01
Galena	PbS	0.03	0.13	0.03
Hematita	Fe ₂ O ₃	2.76	2.08	3.21
Yeso	CaSO ₄ ·2H ₂ O	0.26	0.18	0.24
Caolinita	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	0.98	0.68	0.76
Montmorillonita	(Na,Ca) _{0.3} (Al,Mg) 2Si ₂ O ₁₀ (OH) ₂ -nH ₂ O	0.70		

3.4. Parámetros de resistencia

Los parámetros de resistencia de los materiales han sido determinados a partir de los resultados de la investigación geotécnica ejecutada en el área de los depósitos de desmonte, en dichas investigaciones se han ejecutado ensayos de penetración dinámica ligera (DPL), excavación de calicatas y trincheras, y ensayos de laboratorio.

En el siguiente cuadro se presenta un resumen de los parámetros de resistencia utilizados en el cálculo de la estabilidad de los taludes:

Tabla

Parámetros de resistencia de los materiales en el sector Santa Bárbara

Depósito de Desmante	Clasificación SUCS	Peso Unitario (KN/m ³)		C (Kpa)	Ángulo de fricción (°)	Material
		Natural	Saturada			
DSB-01	SP-SM/grava	17	18	5	33	Desmante
	GC	18	19	5	34	Fundación
	Roca	23	24	200	40	
DSB-02-A	GC	18	19	10	35	Desmante
	SM	17	18	10	30	Fundación
	Roca	23	24	200	40	Fundación
DSB-02-B	SP-SM	18	19	10	33	Desmante
	SM	17	18	10	30	Fundación
	ROCA	23	24	200	40	Fundación

Fuente: El brocal

3.5. Análisis de la estabilidad física en desmonteras

Desmontera DSB-01

Geología:

Esta desmontera se encuentra dentro de la formación geológica Chunumayo la que se caracteriza por tener rocas calizas. Esta formación está constituida por intercalación de calizas micríticas con calizas de grano medio a fino, ambas de coloración grisáceo y con un espesor de más o menos de 150 m, continuando la secuencia calcárea con una coloración gris a marrón claro, intercalándose algunos delgados horizontes arcillosos. En la parte media presenta nódulos de chert y bancos medianos de calizas areniscosas y un mayor contenido arcilloso, tiene un grosor aproximado de 80 m. Hacia el tope predominan las areniscas intercaladas con horizontes delgados de limoarcillitas y calizas esparíticas. En el área de estudio no se han encontrado fósiles, pero la edad de esta formación es conocida mediante los estudios detallados por Westermann et al. (1980) que datan de aproximadamente 208-200 M.a.

Condición de suelos

- ✓ El material de desmonte de esta zona se encuentra conformado por fragmentos de rocas areniscas, matriz de grava arcillosa y arena en estado suelto (GC-GM).
- ✓ El material del suelo de fundación de la desmontera se encuentra constituido por grava arcillosa en estado suelto.

Condición de los taludes

- ✓ El botadero de desmonte DSB-01 del sector de Santa Bárbara está conformado por 3 sectores emplazadas en lomadas y laderas.

- ✓ El primer sector consta de dos taludes conformados y revegetados con una altura aproximada de entre 20 – 40m y con un ángulo de buzamiento de entre 20° - 28° de inclinación.



Figura 8. Sector 1-DSB1

- ✓ El segundo sector consta de dos taludes conformados y revegetados con una altura aproximada de entre 10 – 50m y con un ángulo de buzamiento de entre 25° - 28° de inclinación.



Figura 9. Sector 2-DSB1

- ✓ El tercer sector consta de dos taludes conformados y revegetados con una altura aproximada de entre 25 – 50m y con un ángulo de buzamiento de entre 20° - 32° de inclinación.



Figura 10. Sector 3-DSB1

Análisis estático y pseudoestático de la desmontera DSB-1

Tabla

Parámetros de resistencia de los materiales del depósito y suelo de fundación.

Depósito	Material		γ (Kg/m ³)	c (Kg/m ²)	ϕ (°)
DSB-1	Desmonte	SP-SM	17	5	33
	Grava arcillosa	GC	18	5	34
	Roca	-----	23	200	40

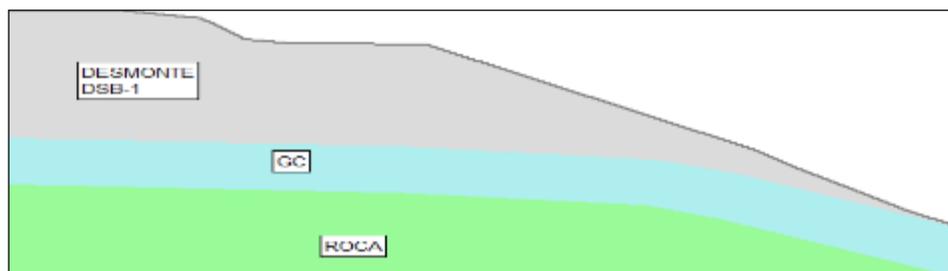


Figura 11: Composición de los estratos del suelo de fundación y el desmonte.

Estabilidad física

- ✓ Los taludes de la DSB – 01 no presentan asentamientos en la parte superior sus crestas, no se encontraron grietas significativas en los taludes ni en las crestas, no existen abultamientos en los taludes, ni existen taludes con geometría irregular.
- ✓ Los taludes de la DSB – 01 se encuentran revegetadas y con cobertura vegetal por especies de la zona, se encuentran revegetadas la cresta, el talud y las bermas.
- ✓ Los taludes de la DSB – 01 no se encuentran erosionados en las crestas ni en los taludes.
- ✓ En la DSB-01 se encontraron algunas zonas húmedas que se deben a las precipitaciones de la zona.

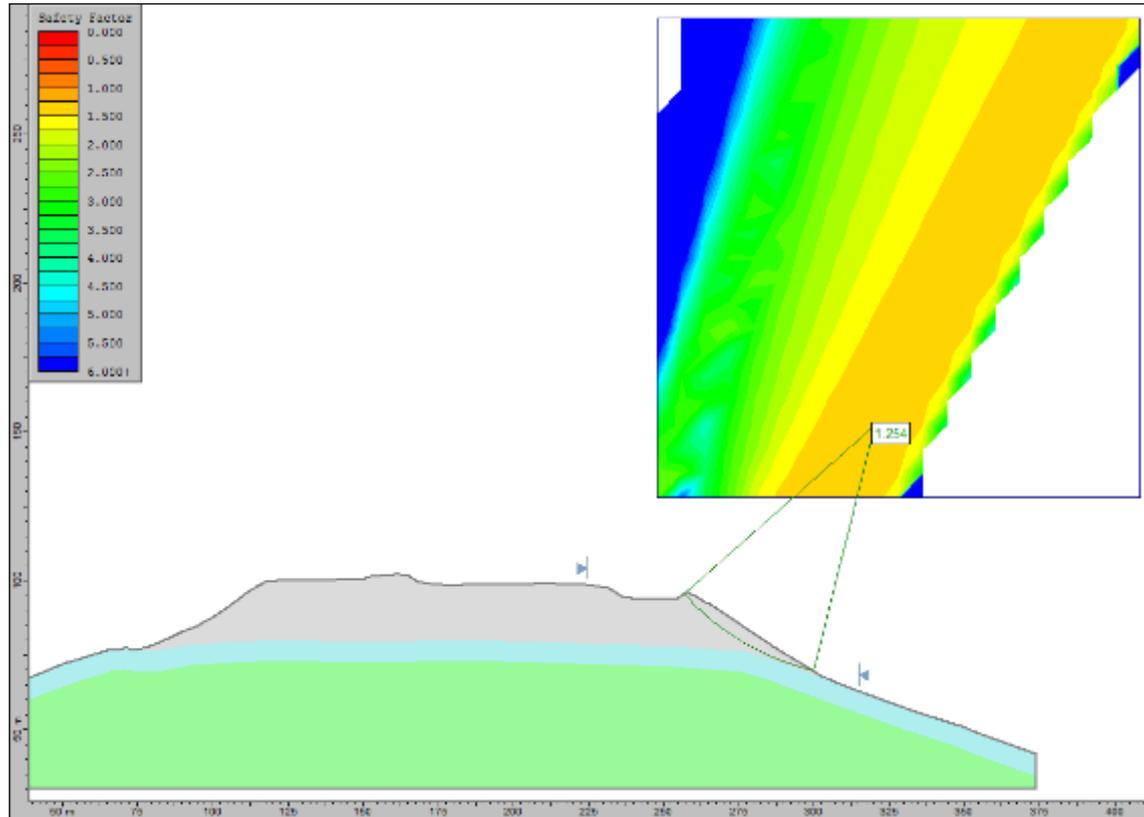


Figura 12. Análisis ESTÁTICO de la estabilidad natural de la desmontera DSB-1, talud derecho.

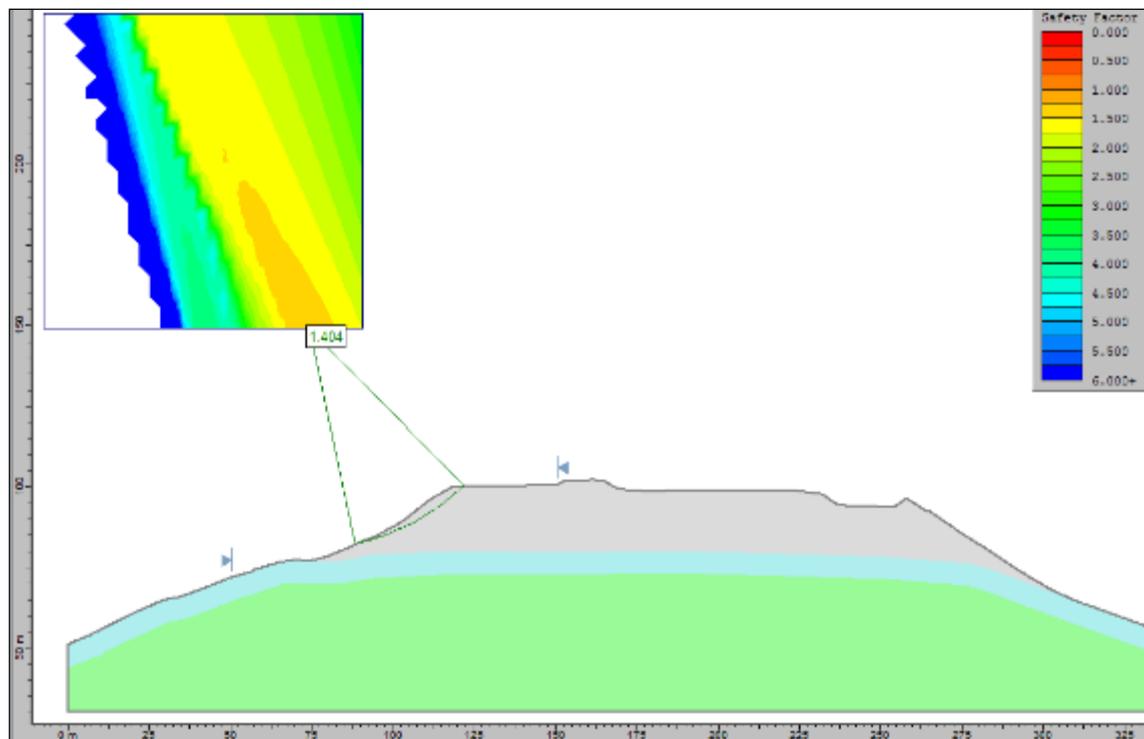


Figura 13. Análisis ESTÁTICO de la estabilidad natural de la desmontera DSB-1, talud izquierdo.

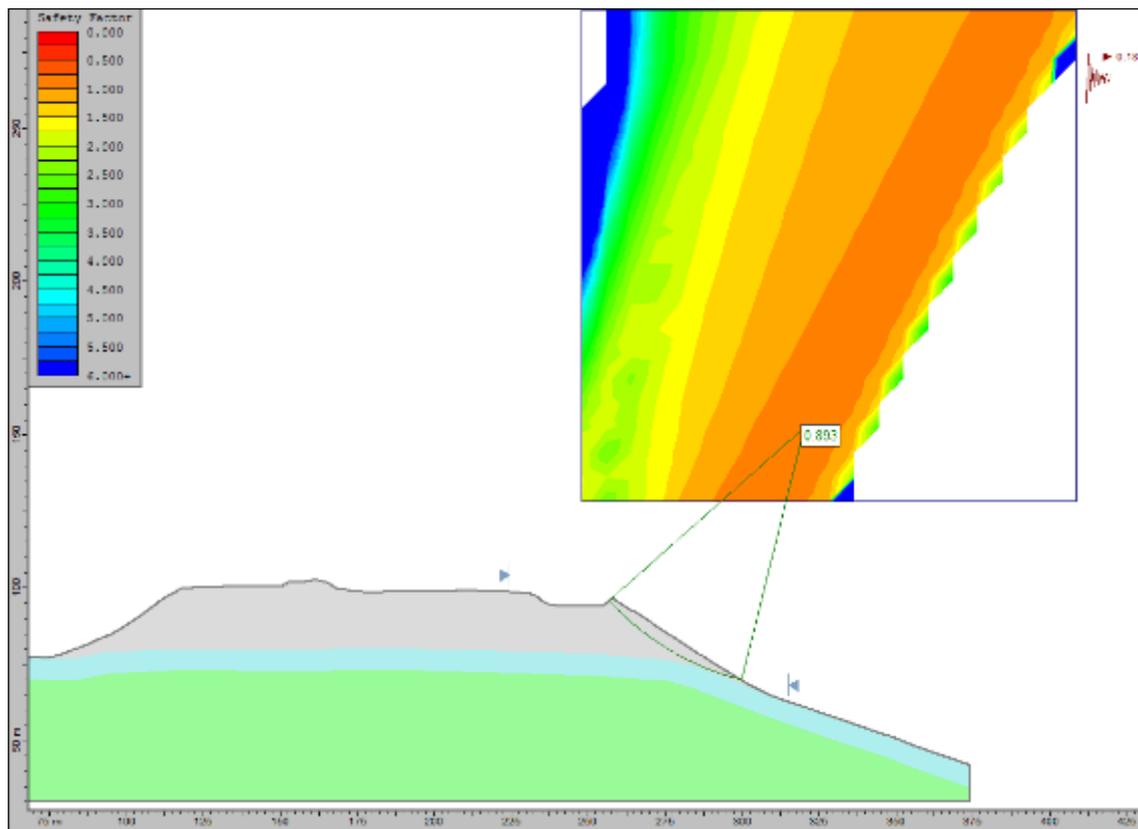


Figura 14: Análisis PSEUDO-ESTÁTICO de la estabilidad natural de la desmontera DSB-1, talud derecho.

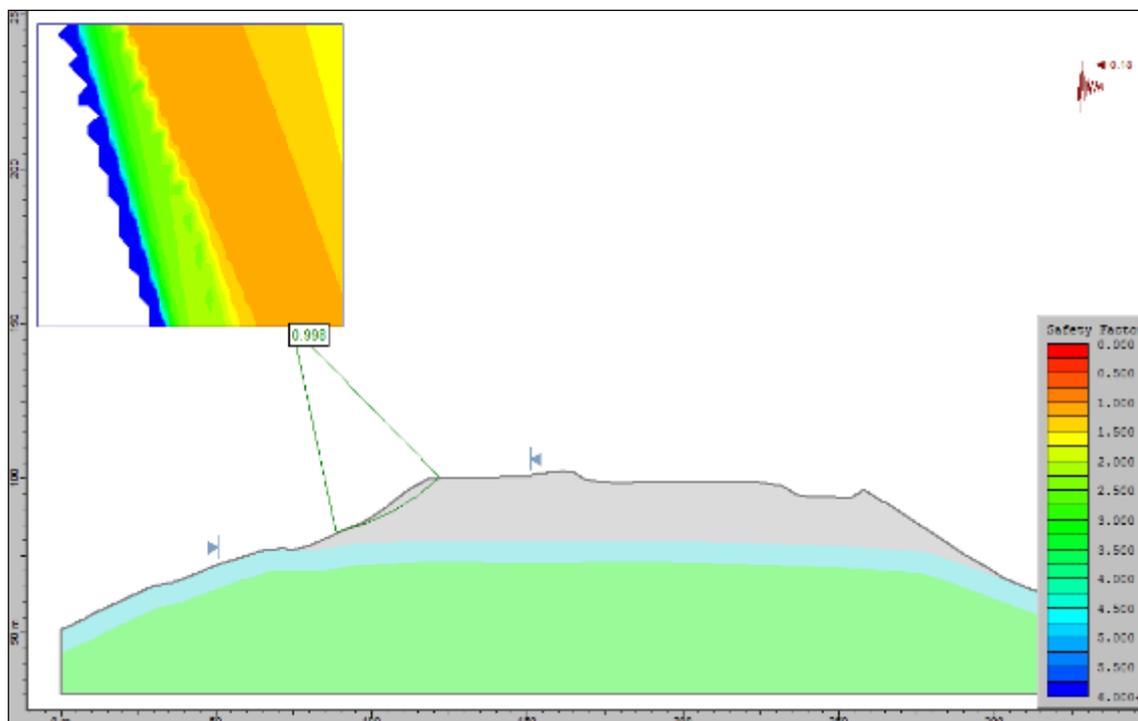


Figura 15. Análisis PSEUDO-ESTÁTICO de la estabilidad natural de la desmontera DSB-1, talud izquierdo.

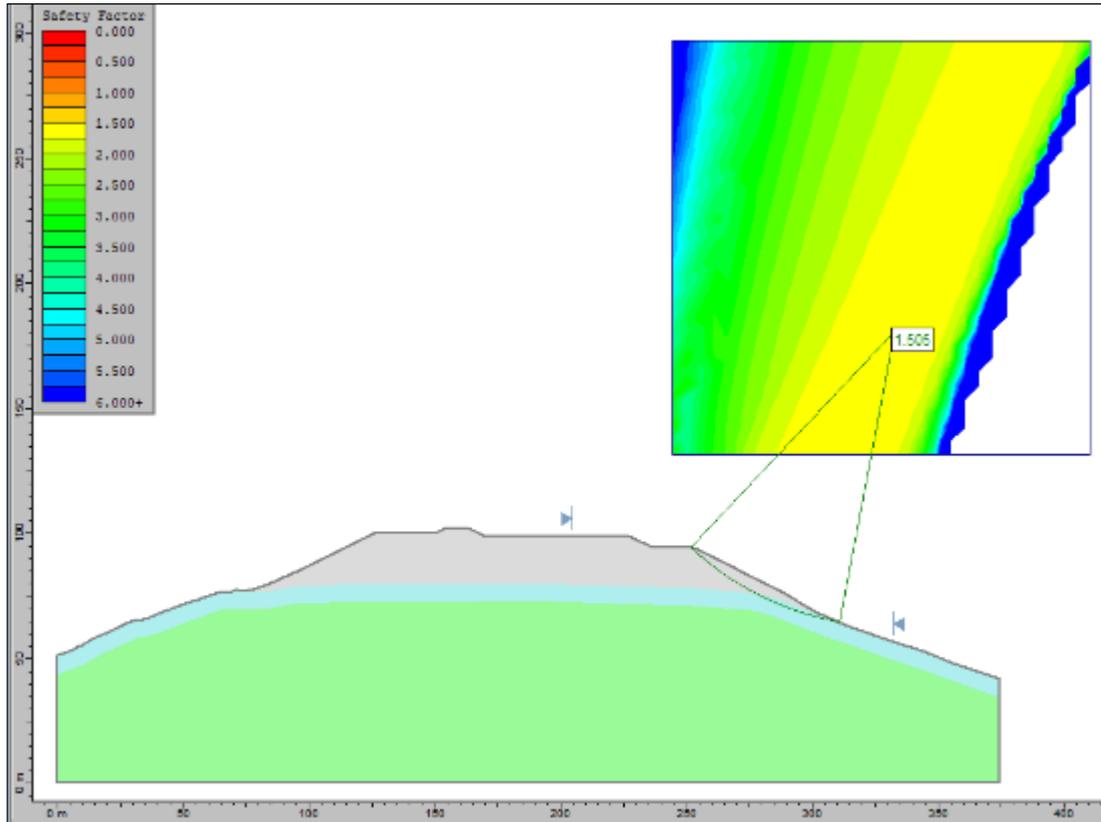


Figura 16. Análisis ESTÁTICO de la estabilidad local del banco derecho, con un talud recomendado.

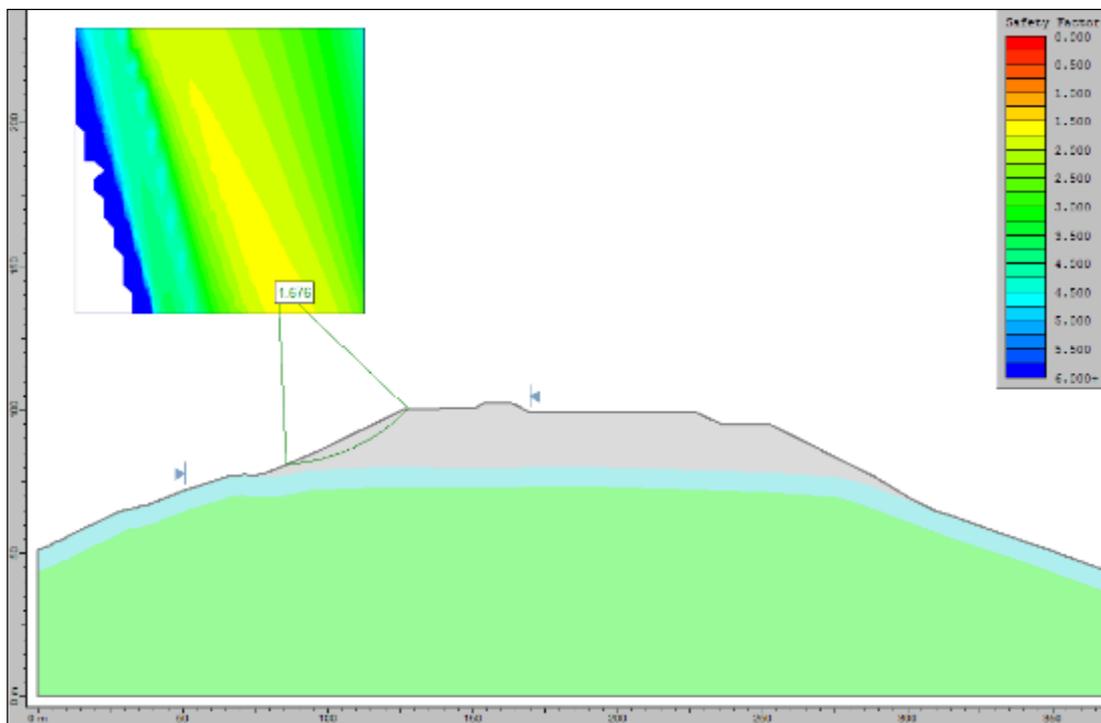


Figura 17. Análisis ESTÁTICO de la estabilidad local del banco izquierdo, con un talud recomendado.

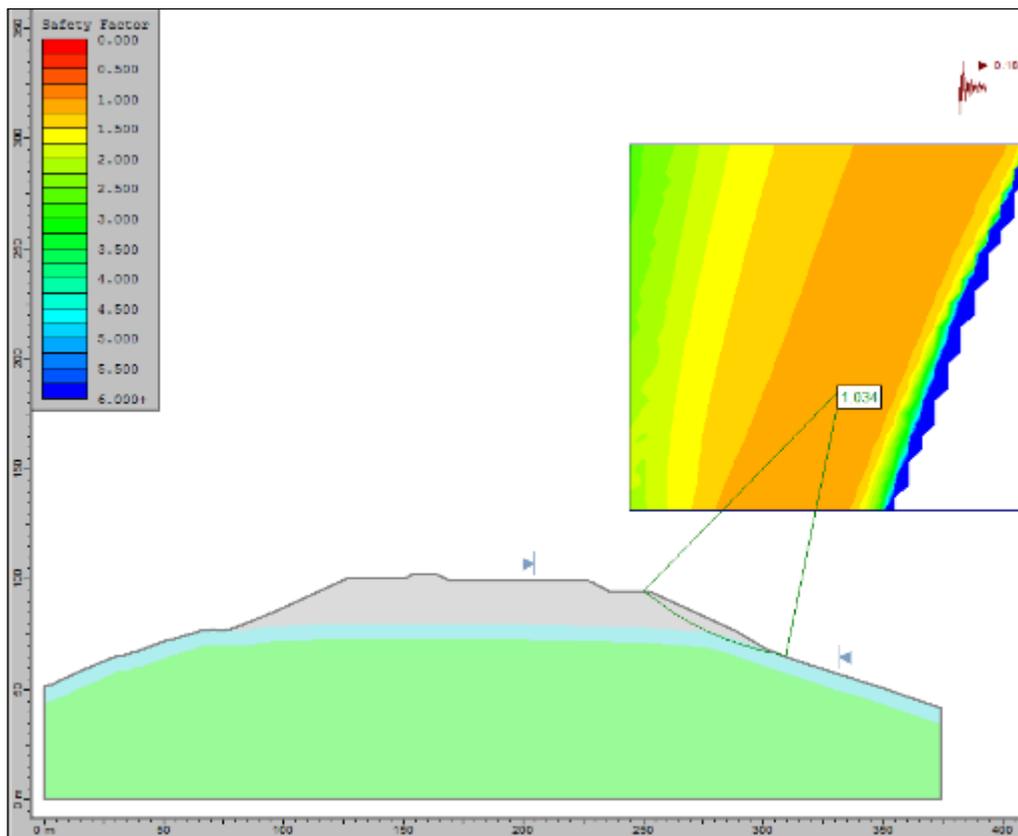


Figura 18. Análisis PSEUDO-ESTÁTICO de la estabilidad local del banco derecho, en el talud del depósito DSB-1 (factor de aceleración sísmica de 0,18 g).

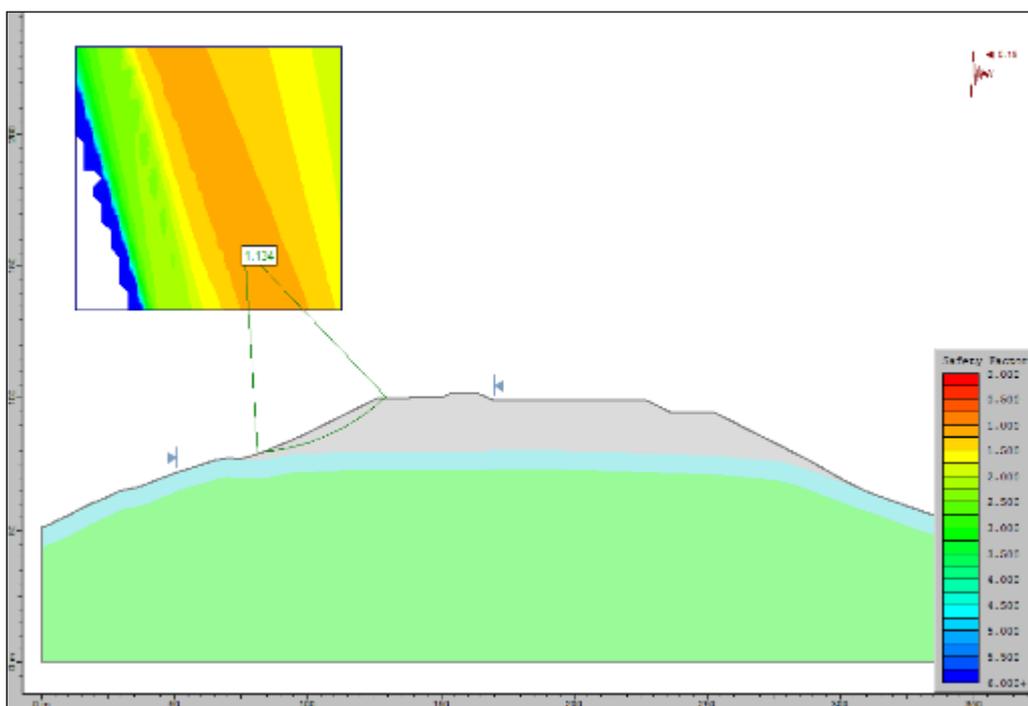


Figura 19. Análisis PSEUDO-ESTÁTICO de la estabilidad local del banco izquierdo, en el talud del depósito DSB-1 (factor de aceleración sísmica de 0,18 g).

Cuadro N° 1-2

Características físicas del talud natural y estabilizado con factores de seguridad.

Depósito	Talud (H : V)	Ancho de Banquetas (m)	Altura de Banco (m)	Factor de Seguridad (F. S.)		Figura N°
				Estático	Pseudo- Estático	
SITUACIÓN ACTUAL						
DSB-1 (talud derecho)	-----	-----	-----	1,25 (*)	0,89 (*)	12, 14
DSB-1 (talud izquierdo)	-----	-----	-----	1,40 (*)	0,99 (*)	13, 15
SITUACIÓN PROYECTADA (RECOMENDADA)						
DSB-1 (talud derecho)	2 : 1	-----	20,00	1,50 (*)	1,03 (*)	16, 18
DSB-1 (talud izquierdo)	2 : 1	-----	22,00	1,67 (*)	1,13 (*)	17, 19

(*) Método de Spencer y Bishop simplificado.

Recomendaciones:

Actualmente la estabilidad física del depósito es inestable para el análisis pseudo-estática.

Se recomienda actividades de corte y relleno, con un talud general 2H:1V.

Desmontera DSB-02

Geología

Esta desmontera se encuentra dentro de la formación geológica Chúlec donde ocurren las calizas conocidas como "calizas Machay" por Mc Laughlin (1925), están compuestas de calizas grises con intercalaciones de margas y lutitas arenosas. Estas calizas tienen una datación de 145-100 M.a (Mc KEE, E y NOBLE, D. 1982). Lo que lo ubica dentro del Cretáceo Inferior.

Condición de suelos

- ✓ El material de desmonte de esta zona se encuentra conformado por fragmentos de rocas areniscas y calizas en matriz grava arcillosa en estado suelto (GC).
- ✓ El material del suelo de fundación de la desmotera se encuentra constituido por grava arcillosa en estado suelto (SM - GM).

Condición de los taludes

- ✓ El botadero de desmonte DSB-02 del sector de Santa Bárbara está conformado por 2 sectores emplazadas en laderas onduladas.

- ✓ El primer sector consta de tres taludes que están conformados, no revegetados con una altura aproximada de entre 18 – 60m y con un ángulo de buzamiento de entre 24 - 27° de inclinación.
- ✓ El segundo sector consta de tres taludes que no se encuentran conformados ni revegetados con una altura aproximada de entre 15 – 80m y con un ángulo de buzamiento de entre 27° - 32° de inclinación.



Figura 20. Sector 1 y 2 -DSB2-A

Análisis estático y pseudo-estático de la desmontera DSB-2A

Cuadro N° 2-1

Parámetros de resistencia de los materiales del depósito y suelo de fundación.

Depósito	Material		γ (Kg/m ³)	c (Kg/m ²)	ϕ (°)
DSB-2A	Desmorte	GC	18	10	35
	Arena Limosa	SM	17	10	30
	Roca	-----	23	200	40

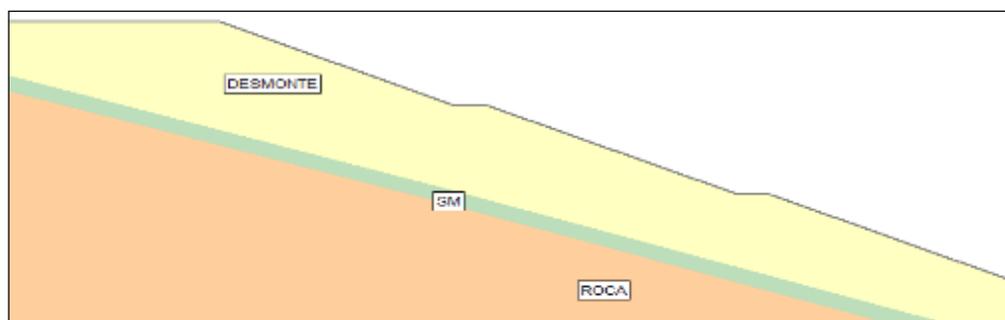


Figura N° 21. Composición de los estratos del suelo de fundación y el desmorte.

Estabilidad física

- ✓ Los taludes de la DSB2 presentan leves asentamientos en la parte superior sus crestas, grietas en algunos taludes y en las crestas, no existen hundimientos en la superficie de la cresta.
- ✓ Algunos de taludes de la DSB 2 se encuentran erosionados en las crestas, taludes y bermas, debido a la erosión hídrica por precipitación pluvial.
- ✓ En la DSB2 tiene presencia de surcos, debido a la erosión física producida por la fauna silvestre de la zona.
- ✓ En la DSB2 existe humedad en el pie de talud que se deben a las precipitaciones de la zona.
- ✓ La DSB2 tiene una cuneta en la creta de los taludes.

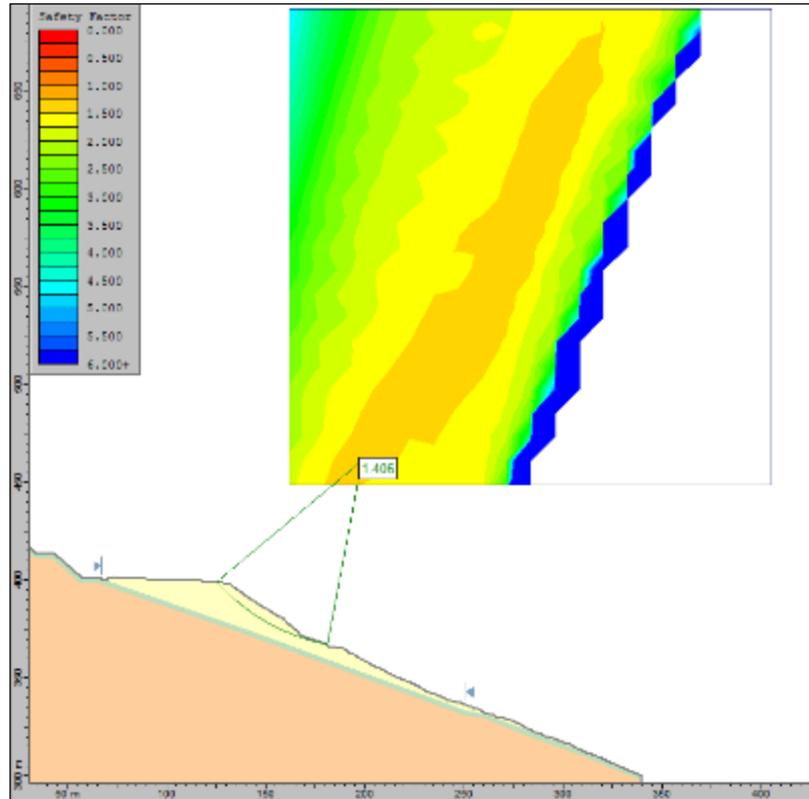


Figura 22. Análisis ESTÁTICO del talud natural, para el depósito DSB-2A.

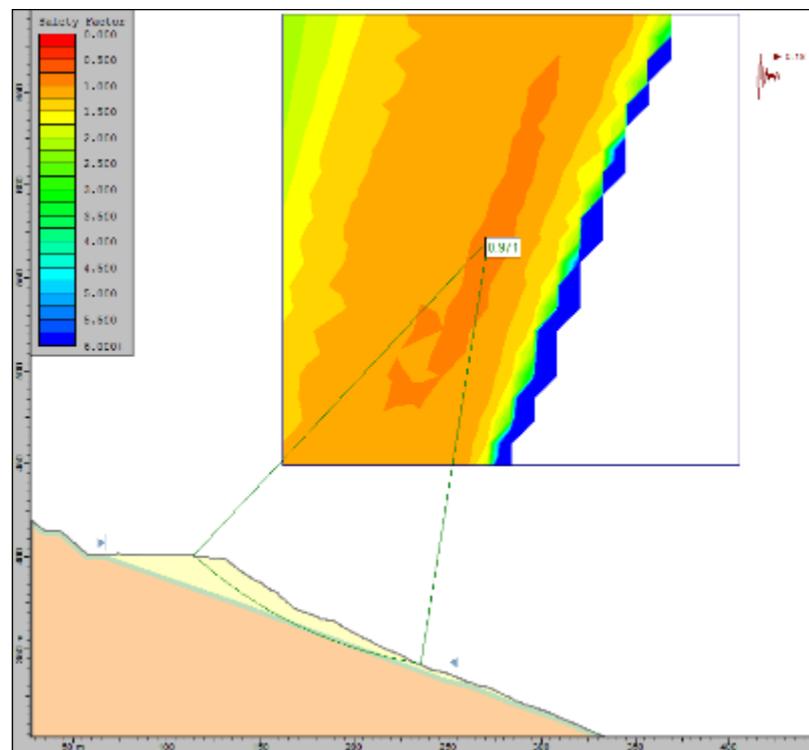


Figura 23. Análisis PSEUDO-ESTÁTICO del talud natural del depósito DSB-2A (factor de aceleración sísmica de 0,18 g).

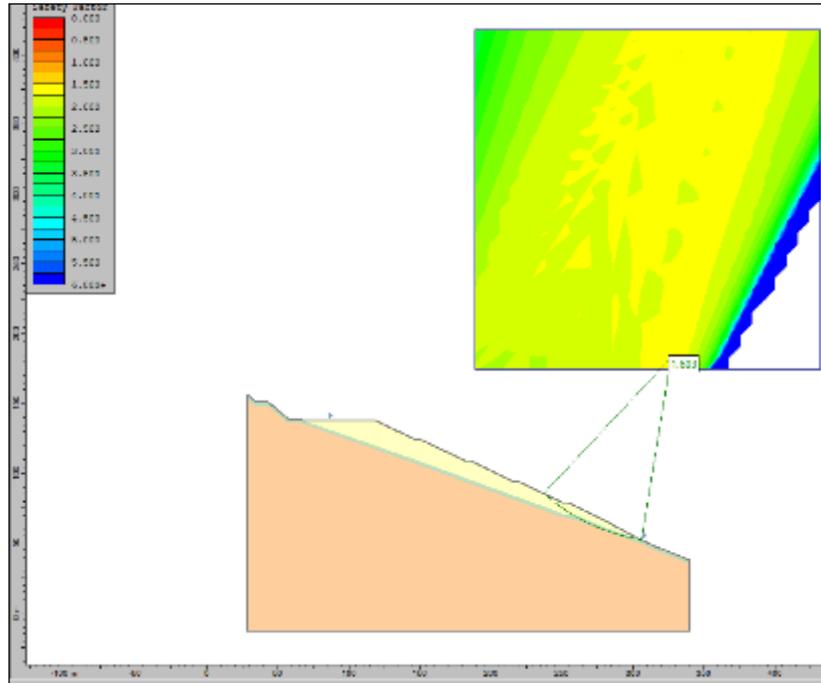


Figura 24. Análisis ESTÁTICO de la estabilidad local de los bancos con taludes, para el depósito DSB-2A.

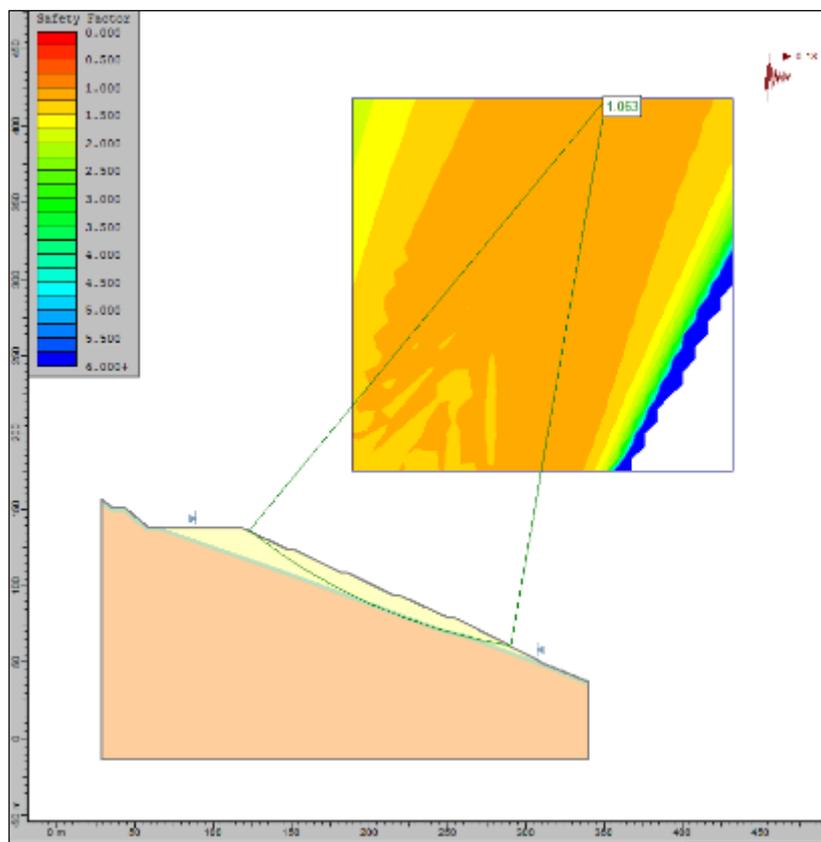


Figura N° 25. Análisis PSEUDO-ESTÁTICO de la estabilidad local de los bancos con taludes para el depósito DSB-2A (factor de aceleración sísmica de 0,18 g).

Cuadro N° 2-2

Características físicas del talud estabilizado y factores de seguridad.

Depósito	Talud (H : V)	Ancho de Banquetas (m)	Altura de Banco (m)	Factor de Seguridad (F. S.)		Figura N°
				Estático	Pseudo- Estático	
SITUACIÓN ACTUAL						
DSB-2A	-----	-----	-----	1,40 (*)	0,97 (*)	22, 23
SITUACIÓN PROYECTADA (RECOMENDADA)						
DSB-2A	2 : 1	4,00	15,00	1,60 (*)	1,06 (*)	24, 25

(*) Método de Spencer y Bishop simplificado.

Recomendaciones:

Actualmente la estabilidad física del depósito es inestable para el análisis pseudo-estático, para mejorar su estabilidad, se recomienda implementar un sistema de bancos intermedios a lo largo de todo el talud general, en bancos de 15m de altura y un talud de 2H:1V y con 4m de ancho de banquetas, por tanto se realizarán actividades de corte y relleno.

Desmontera DSB-2B

Cuadro N° 3-1

Parámetros de resistencia de los materiales del depósito y suelo de fundación.

Depósito	Material		γ (Kg/m ³)	c (Kg/m ²)	ϕ (°)
DSB-2B	Desmante	SP-SM	18	10	33
	Arena Limosa	SM	17	10	30
	Roca	-----	23	200	40

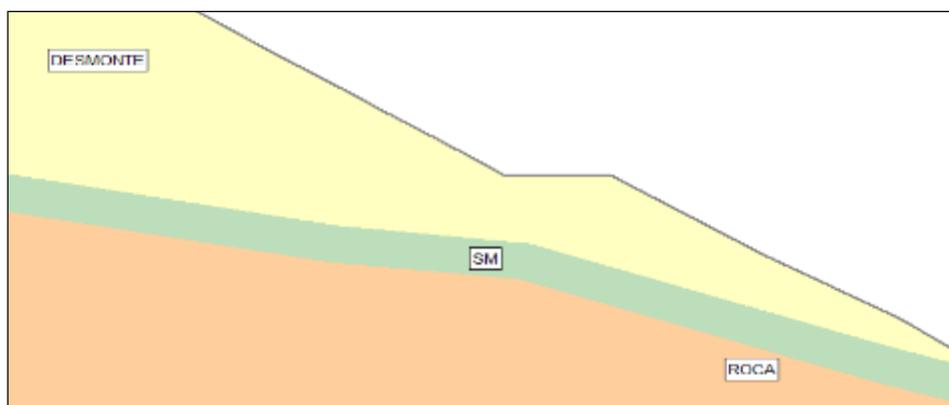


Figura 26. Composición de los estratos del suelo de fundación y el desmante.

Estabilidad física

- ✓ Los taludes de la DSB – 02 presentan leves asentamientos en la parte superior sus crestas, grietas en algunos taludes y en las crestas, no existen hundimientos en la superficie de la cresta.
- ✓ Algunos de taludes de la DSB – 02 se encuentran erosionados en las crestas, taludes y bermas, debido a la erosión hídrica por precipitación pluvial.
- ✓ En la DSB – 02 tiene presencia de surcos, debido a la erosión física producida por la fauna silvestre de la zona.
- ✓ En la DSB-02 existe humedad en el pie de talud que se deben a las precipitaciones de la zona.
- ✓ La DSB – 02 tiene una cuneta en la creta de los taludes.

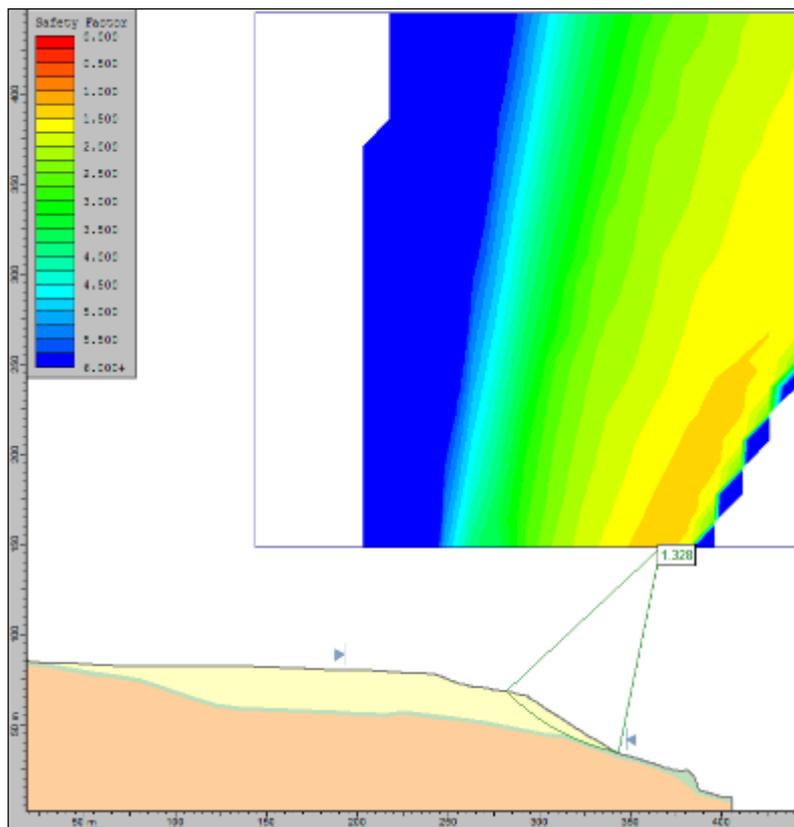


Figura N° 27: Análisis ESTÁTICO del talud natural, para el depósito DSB-2B.

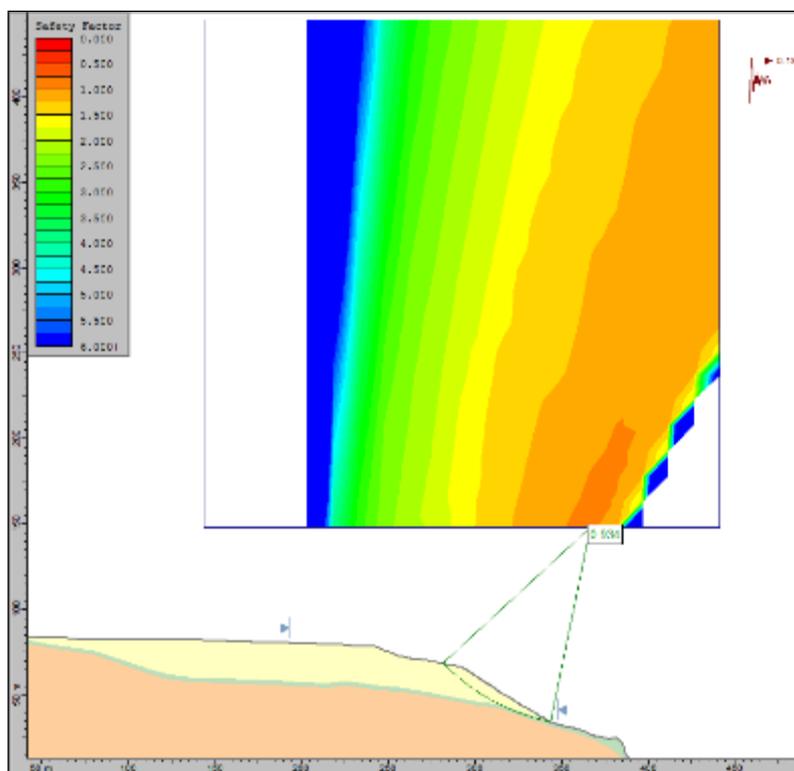


Figura 28. Análisis PSEUDO-ESTÁTICO del talud natural del depósito DSB-2B (factor de aceleración sísmica de 0,18 g).

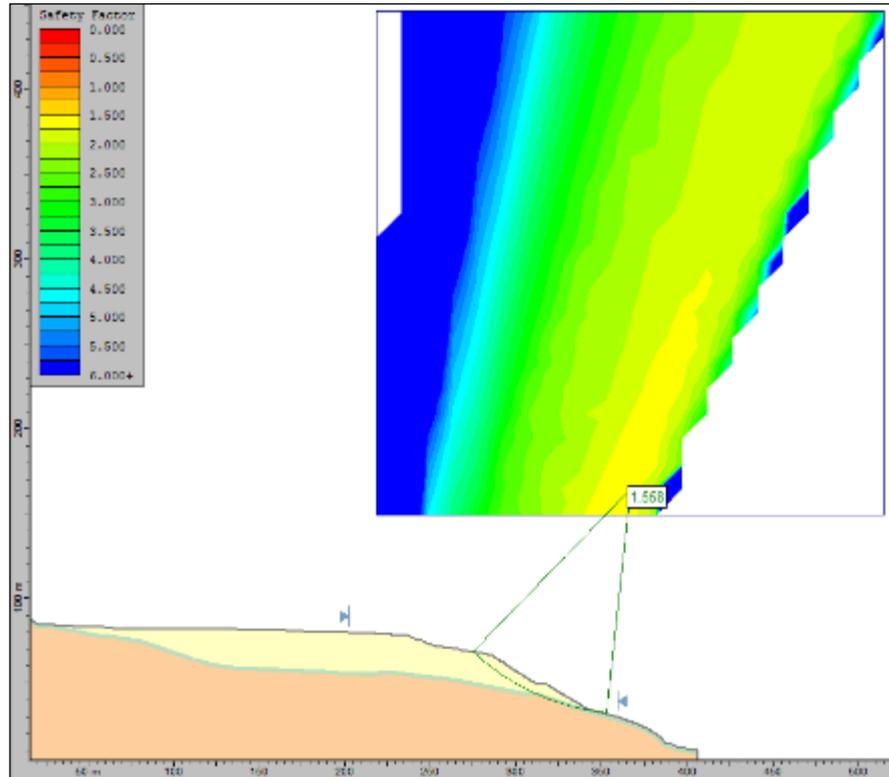


Figura 29: Análisis ESTÁTICO de la estabilidad local de los bancos con taludes, para el depósito DSB-2B.

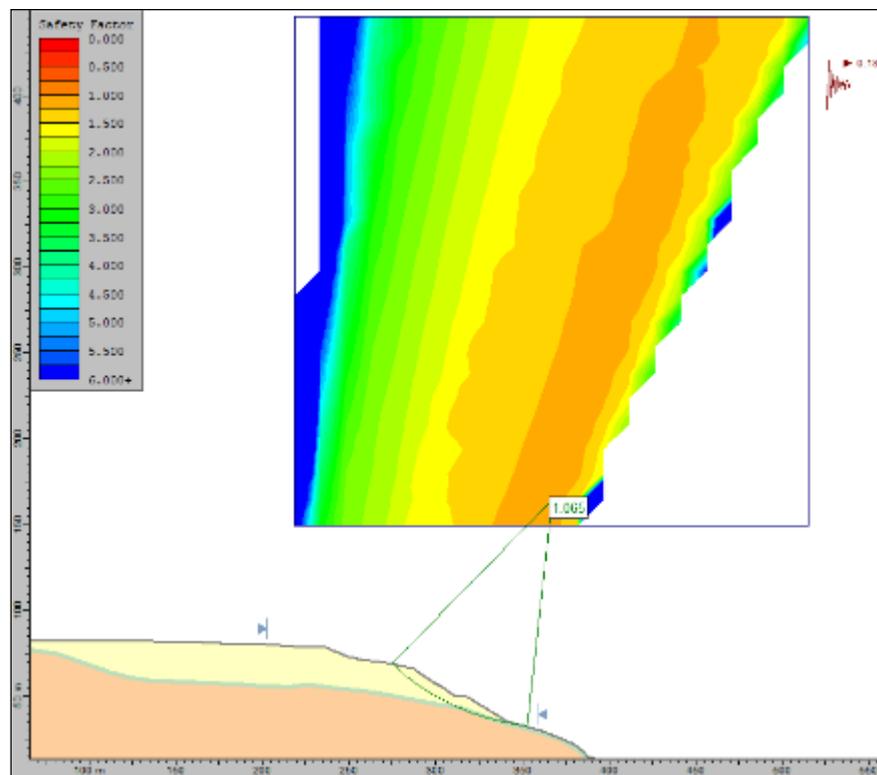


Figura 30: Análisis PSEUDO-ESTÁTICO de la estabilidad local de los bancos con taludes para el depósito DSB-2B (factor de aceleración sísmica de 0,18 g).

Cuadro N° 3-2

Características físicas del talud estabilizado y factores de seguridad.

Depósito	Talud (H : V)	Ancho de Banquetas (m)	Altura de Banco (m)	Factor de Seguridad (F. S.)		Figura N°
				Estático	Pseudo- Estático	
SITUACIÓN ACTUAL						
DSB-2B	-----	-----	-----	1,32 (*)	0,93 (*)	27, 28
SITUACIÓN PROYECTADA (RECOMENDADA)						
DSB-2B	(TS) 1,5 :1 (TI) 1,6 : 1	5,80	(TS) 17,00 (TI) 14,00	1,56 (*)	1,06 (*)	29, 30

(*) Método de Spencer y Bishop simplificado.

TS: Talud superior; TI: Talud Inferios

Recomendaciones:

Actualmente la estabilidad física del depósito es inestable para el análisis pseudo-estático.

Se recomienda: un talud superior de 1, 5H:1V, talud inferior de 1, 6H:1V, altura del banco superior 17m y del banco inferior 14m. Por tanto, se realizarían actividades de corte y relleno.

Se ha determinado el factor de seguridad de los taludes actuales de los depósitos de relaves, estos análisis se han realizado en condiciones estáticas y pseudo estáticos. También se ha verificado la estabilidad de los taludes recomendados para la estabilización

Tabla

Factor de seguridad de las desmonteras antes y después del talud sugerido

Sector	Desmontera	FS Estado actual		FS Talud sugerido	
		Estático	Pseudo estático	H:V	Estático / Pseudo- estático
Santa Bárbara	DSB1	1,25	0,89	2:1	1,50 / 1,03
	DSB2	1,32	0,93	(TS) 1,5:1 (TI) 1,6:1	1,56 / 1,06

Propuesta de estabilidad física, hidrológica y geoquímica de las desmonteras DSB1 y DSB2

Estabilidad Física Desmontera DSB-1

Las actividades de movimiento de tierra del material suelto y relleno compactado con maquinaria se desarrollarán in situ, hasta obtener el talud 2H:1V (26,5°), recomendado por el análisis de estabilidad. El área que ocupará el depósito de desmonte luego de la estabilidad física es de 0,54 ha, e1 áreas de relleno (eje 5 de 9 963 m³). El área para el perfilado en la plataforma es de 24 137 m² y en el talud de 9 357 m². Ver plano: EF-DSB1

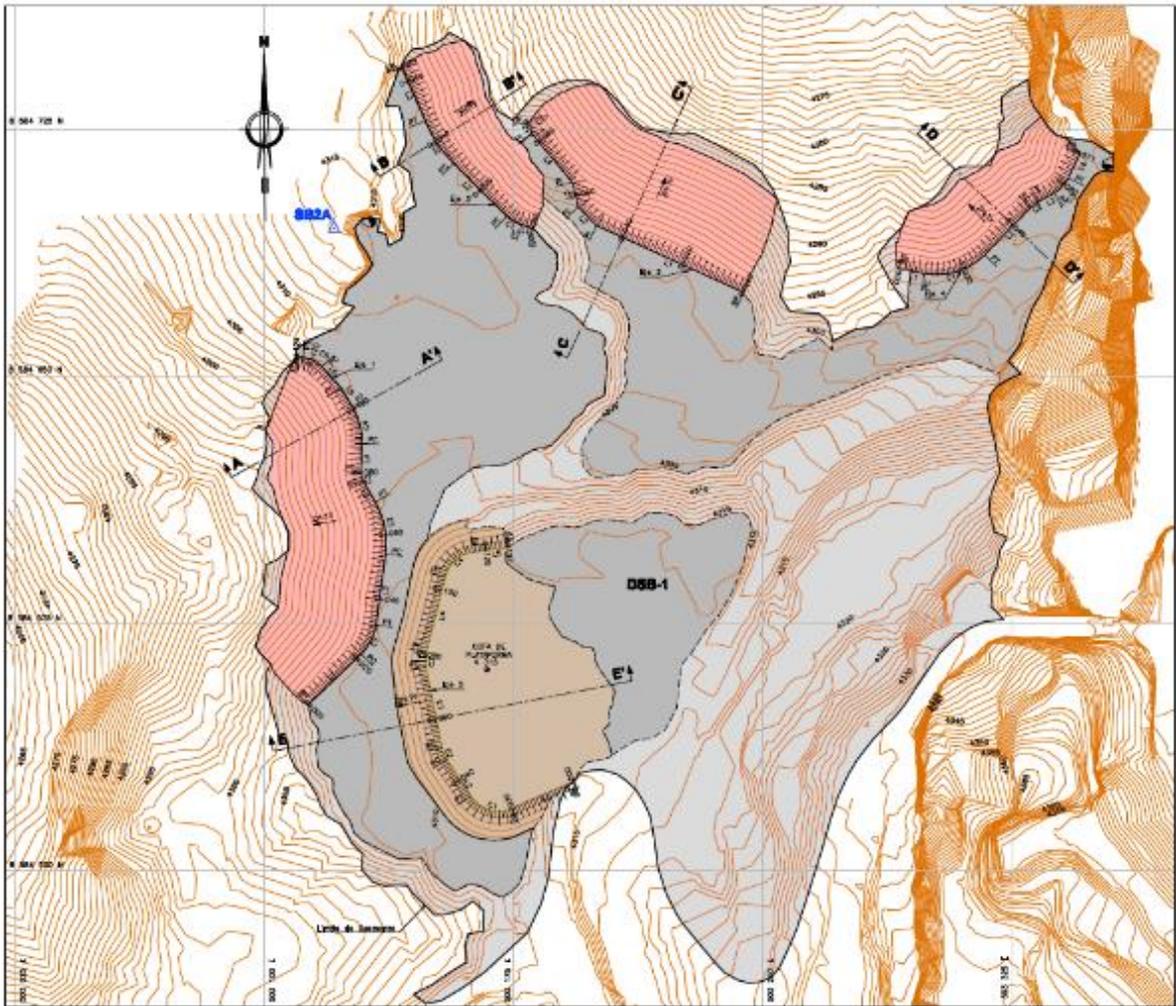
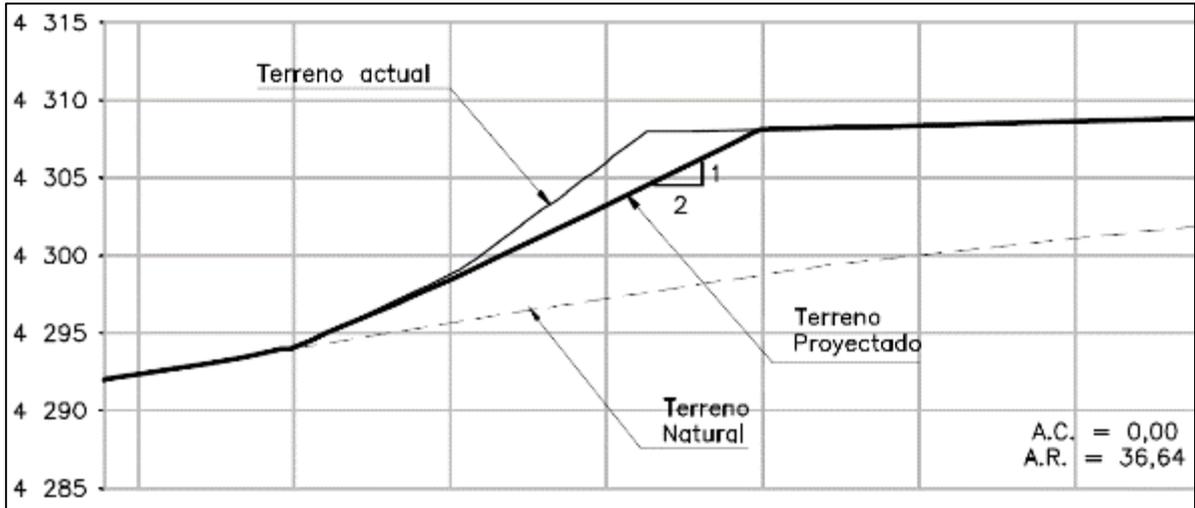
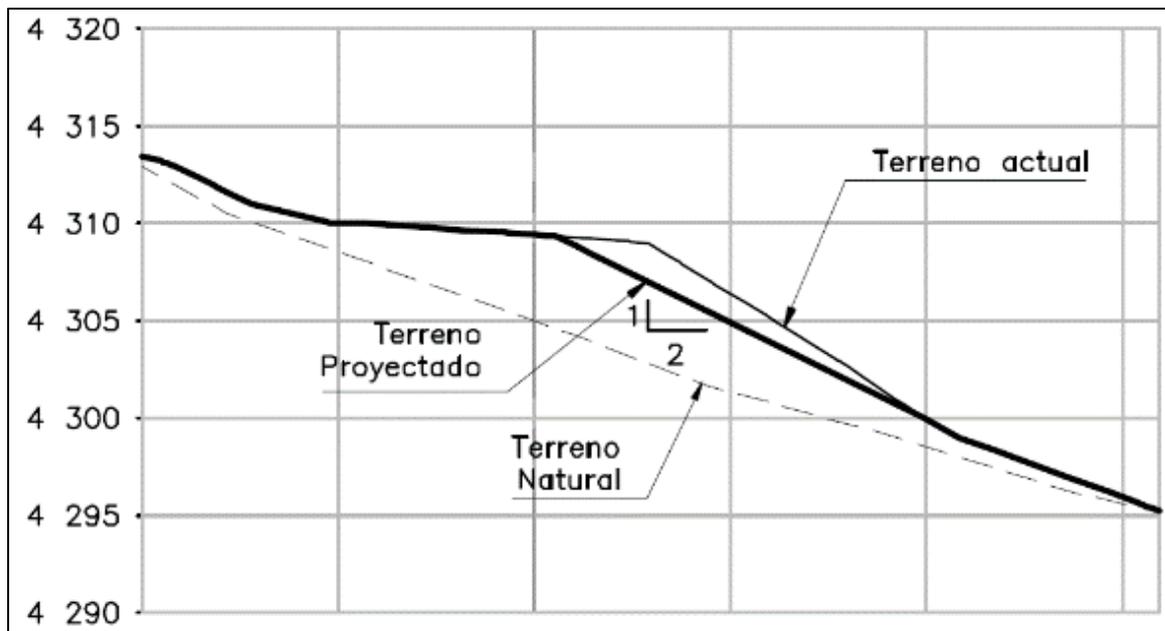


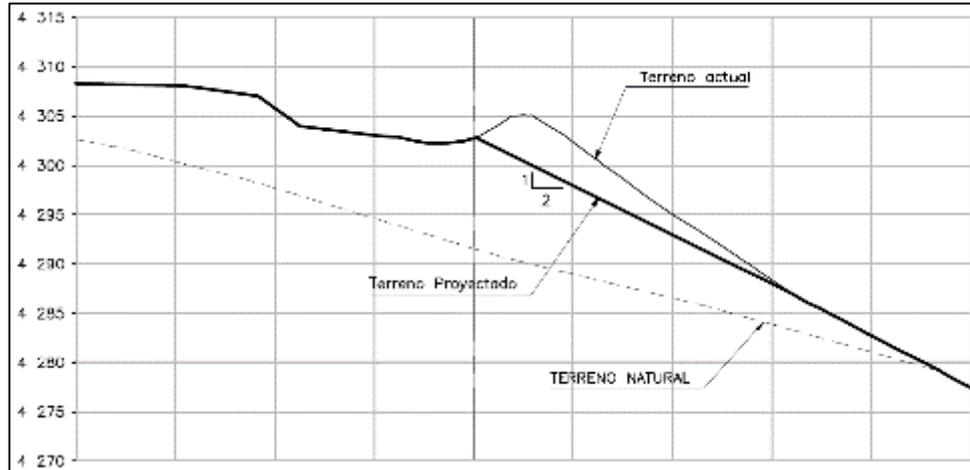
Figura 31. Plano de estabilidad física DSB1



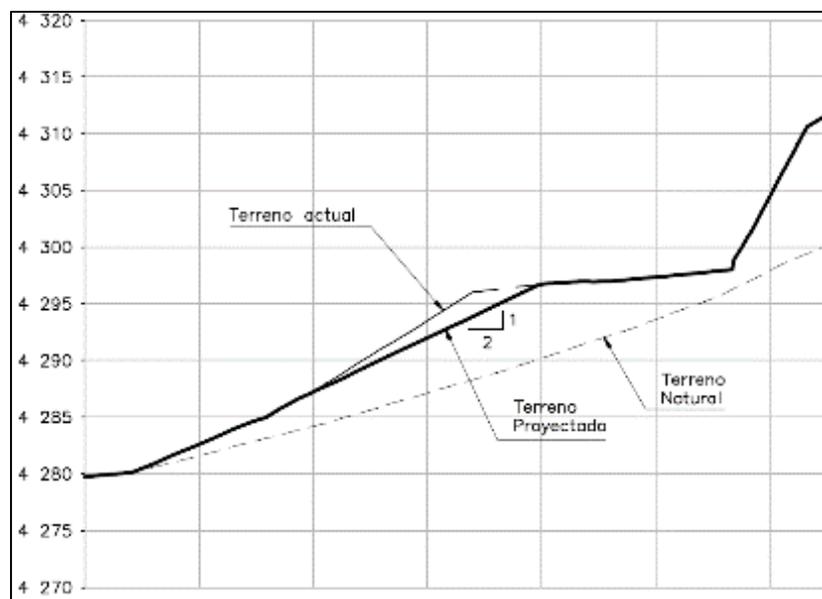
Sección típica A-A'



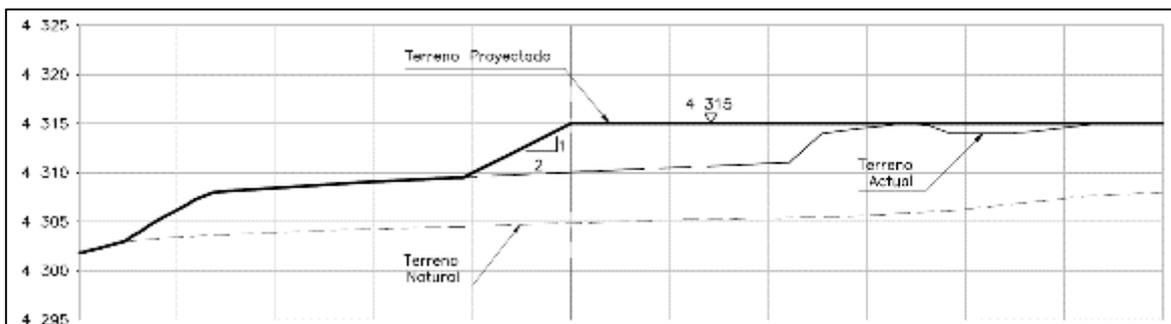
Sección típica B-B'



Sección típica C-C'



Sección típica D-D'



Sección típica E-E'

Estabilidad Hidrológica Desmontera DSB-1

La estabilización hidrológica está comprendida por 4 tramos de canal y 2 tramos de mejoramiento de cuneta, los que se describen a continuación.

Tramo 1: Tiene la longitud total de 236 m, con sección tipo T2 de mampostería con pendiente variable de acuerdo a la superficie de terreno natural y descarga finalmente al colchón de mampostería.

Tramo 2: Tiene la longitud total de 185,90 m con sección tipo T1 de mampostería con pendiente variable de acuerdo a la superficie de terreno natural y descarga finalmente al colchón de mampostería.

Tramo 3: Tiene la longitud total de 173,00 m, con sección tipo T1 de mampostería con pendiente variable de acuerdo a la superficie de terreno natural y descarga finalmente al colchón de mampostería.

Tramo 4: Tiene la longitud total de 144,90 m, con sección tipo T1 de mampostería con pendiente variable de acuerdo a la superficie de terreno natural y descarga finalmente al tramo 3.

Los dos tramos de 210.4 y 331.9 m, requieren el mejoramiento de cuneta, están definidos por los accesos existentes y que se encuentran indicados en los planos.

Los trazos de ejes de canal en planta se pueden ver en el plano EH-DSB1.

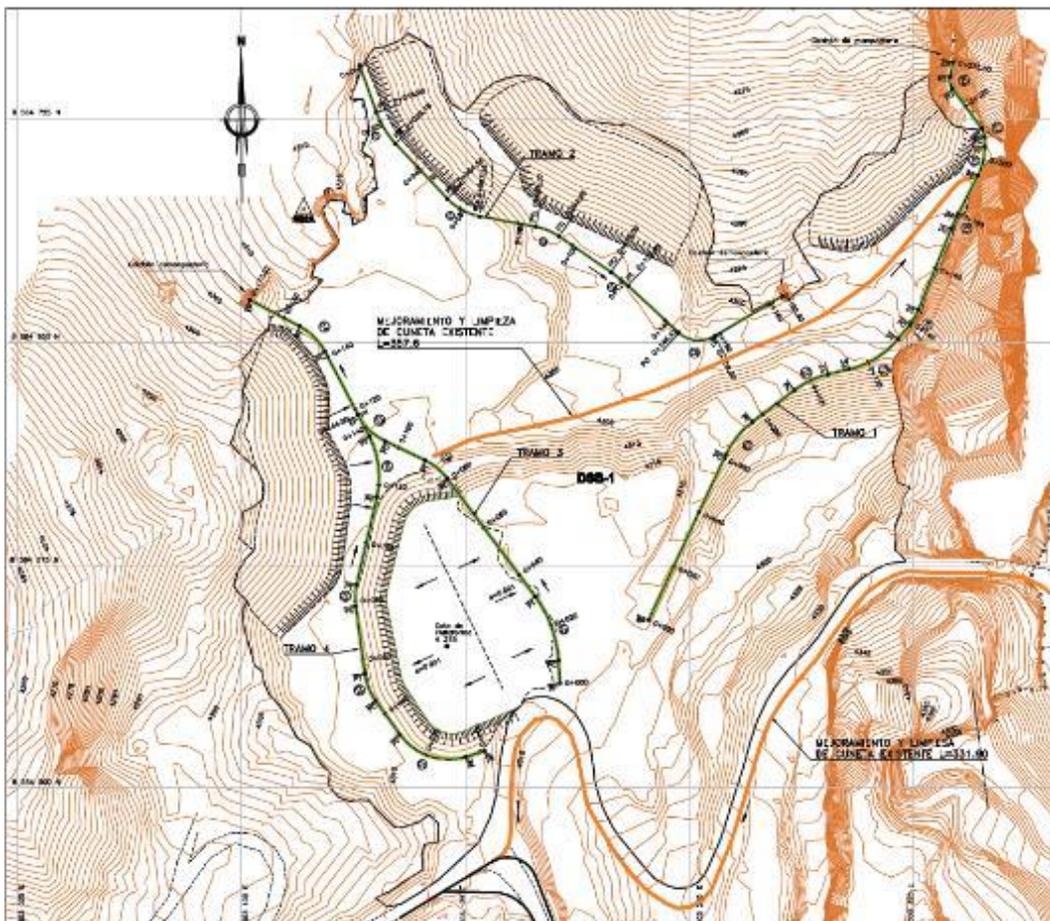
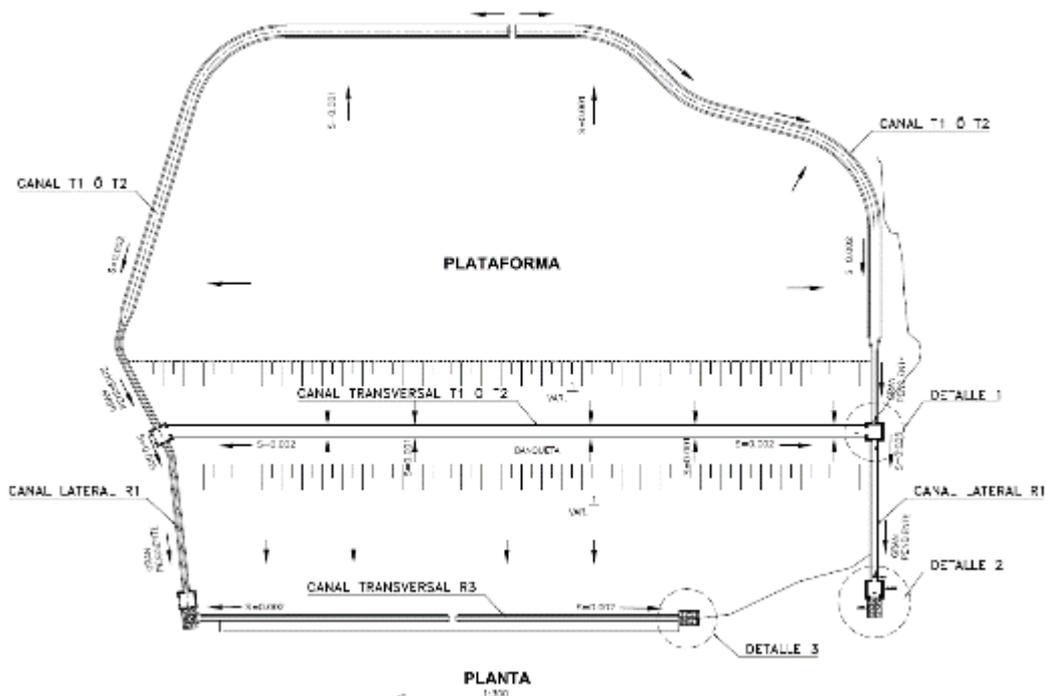


Figura 32. Plano de estabilidad Hidrológica DSB1



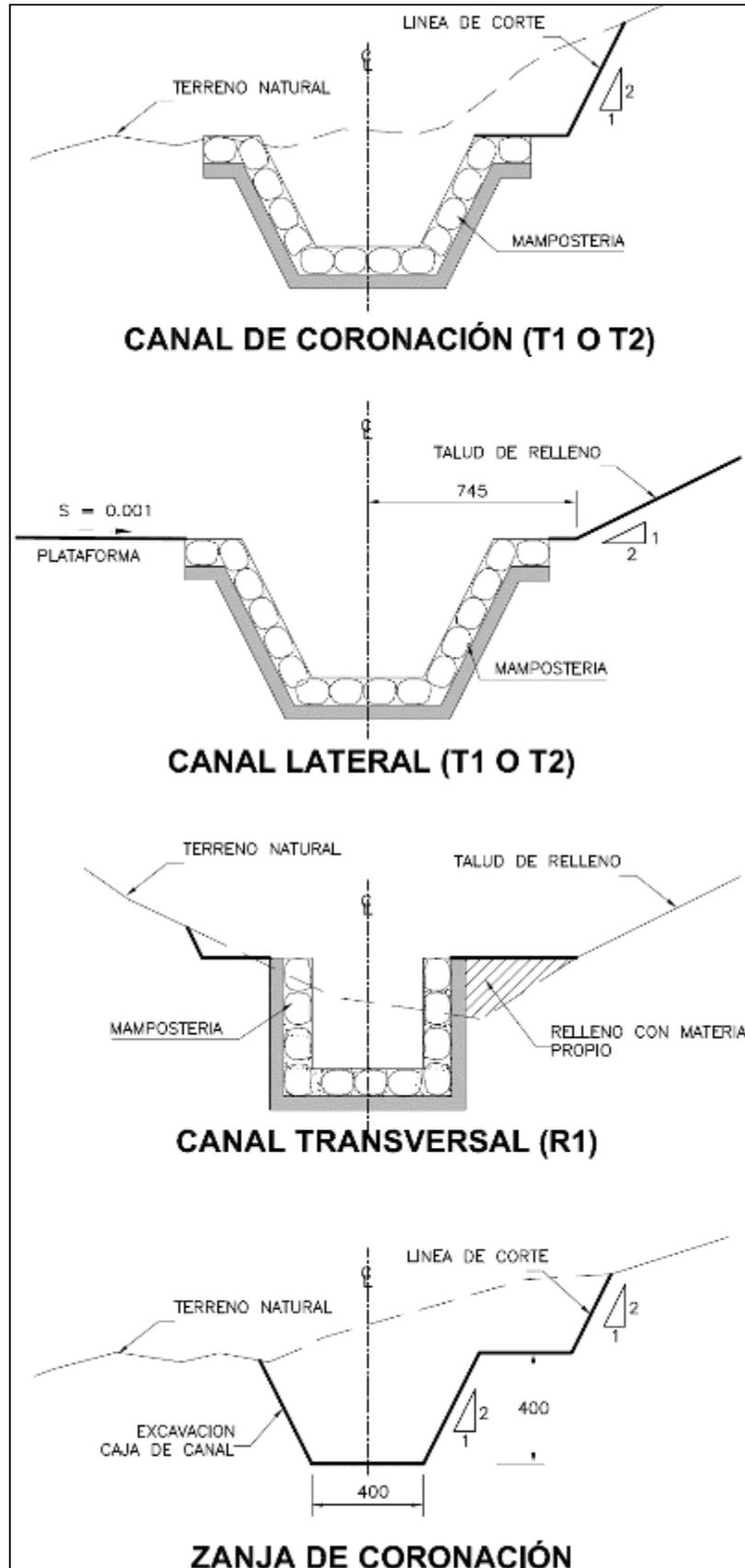


Figura: Detalles típicos de estructuras de manejo hídrico

La Desmontera DSB2 se divide en los depósitos DSB2-A y DSB2-B.

Estabilidad Física Desmontera DSB2-A

Las actividades de movimiento de tierra del material suelto y relleno compactado con maquinaria se desarrollará in situ, hasta obtener el talud 2H:1V, recomendado por el análisis de estabilidad. El área que ocupará el depósito de desmonte luego de la estabilidad física es de 4,57 ha, se desarrollará en 02 áreas de corte (106703.50110 m^3) conformada por 01 plataformas y 05 banquetas (eje 1, eje 2, eje 3, eje 4 y eje 5) con un ancho mínimo de 4 m y altura de 15m y volumen de relleno $156\ 813 \text{ m}^3$, y con obras complementarias 2 muros de tierra reforzada (eje muro 1 y eje muro 2).

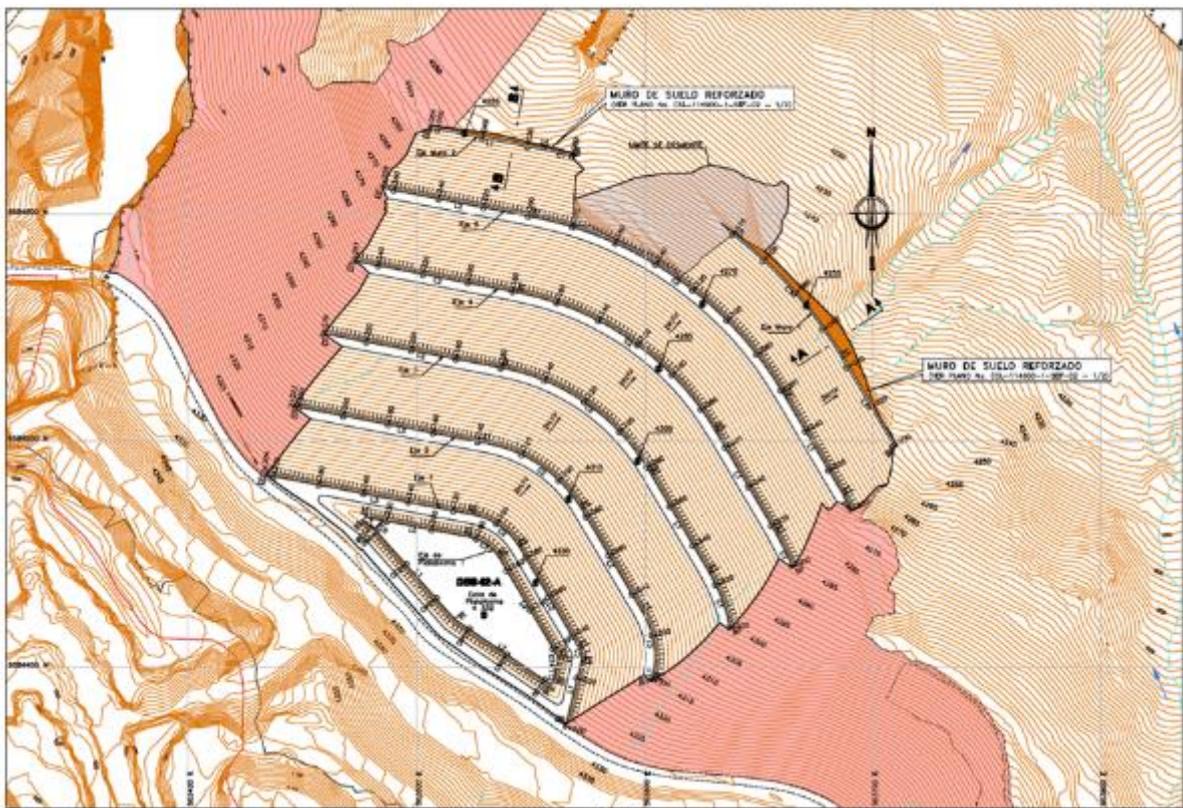
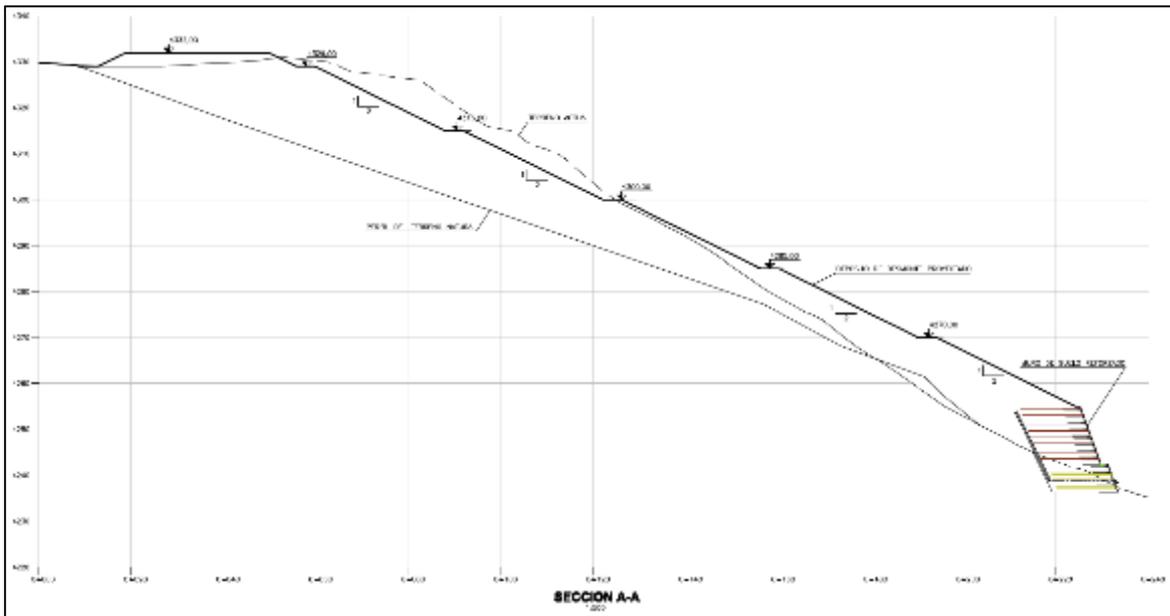
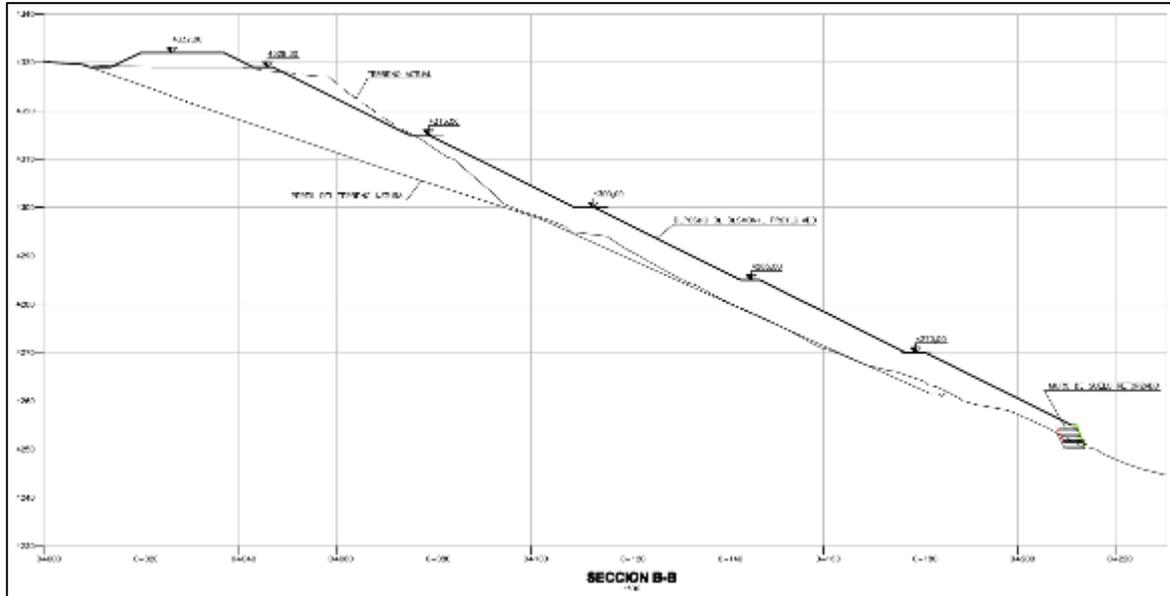
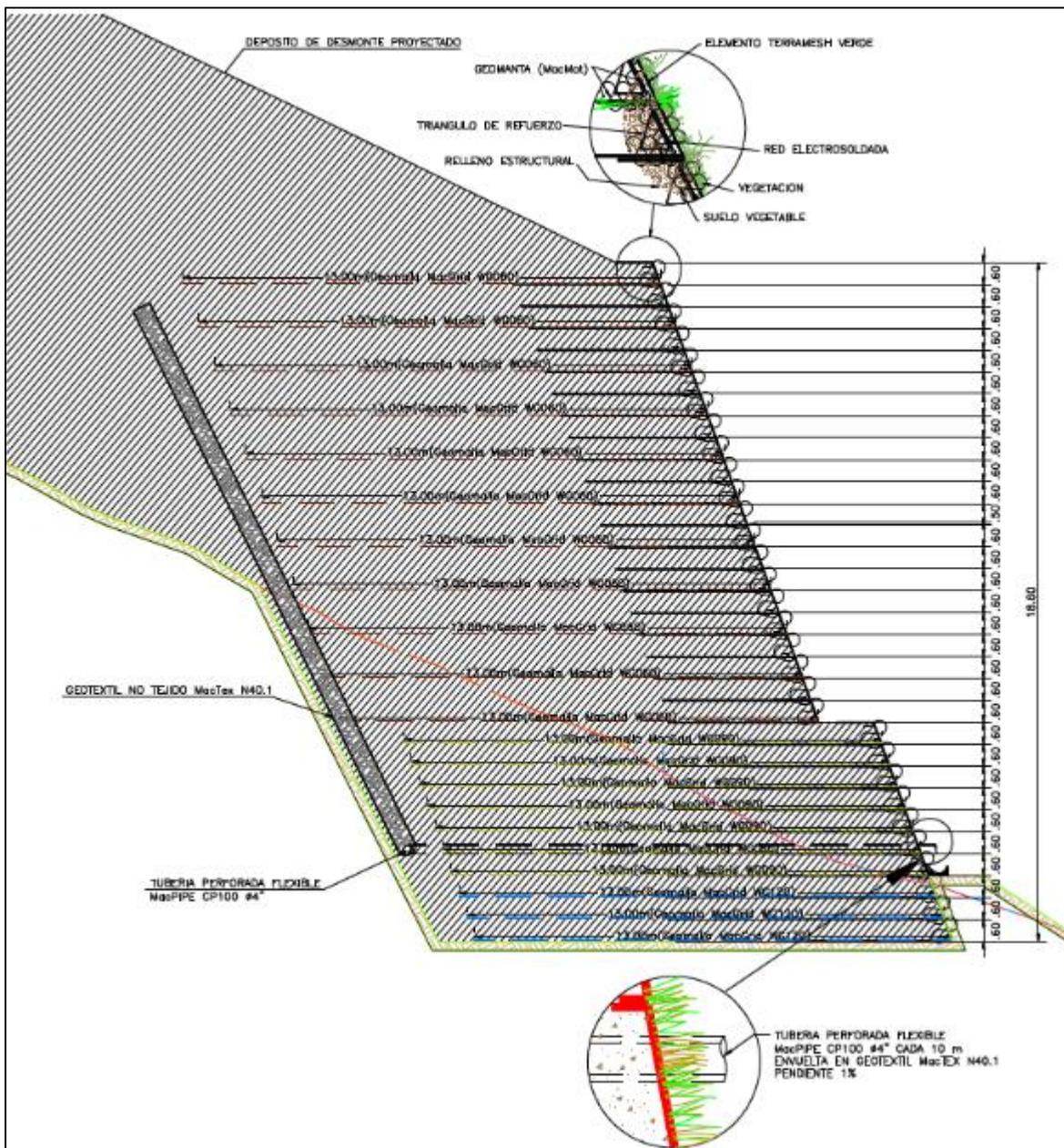


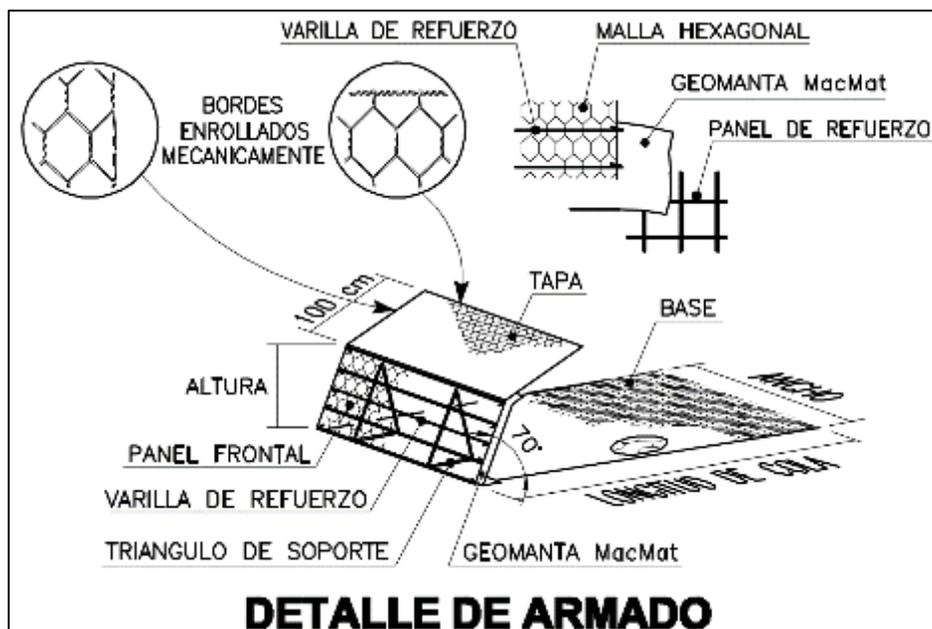
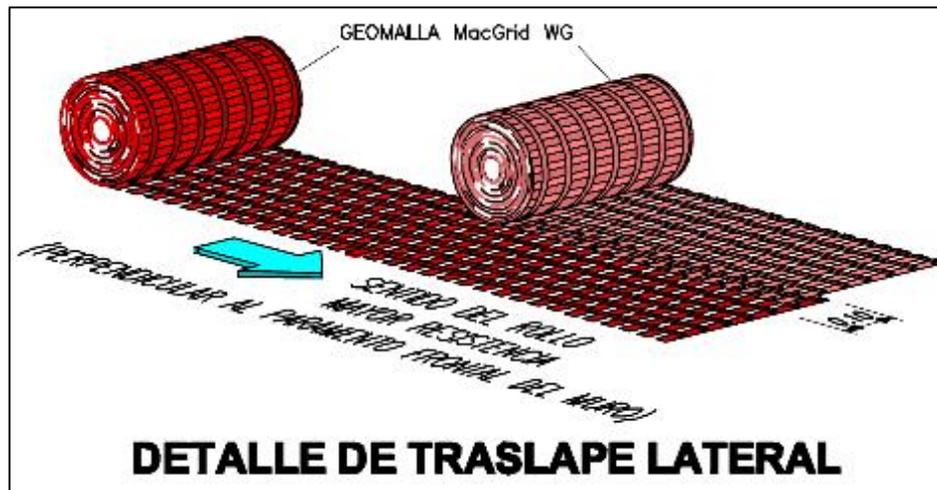
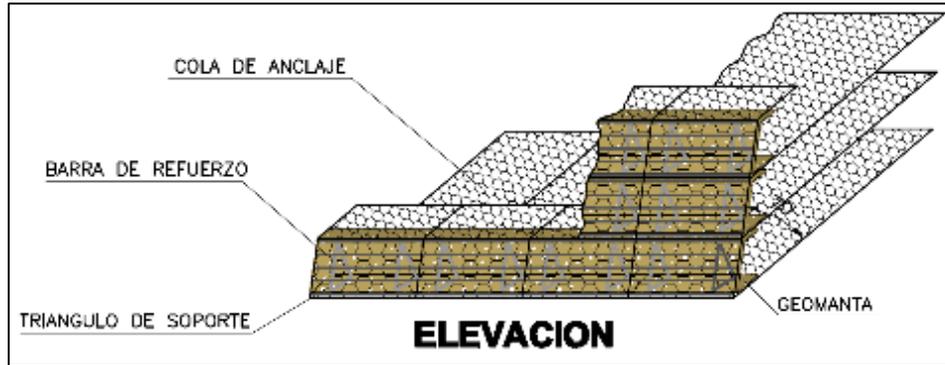
Figura 33. Plano de estabilidad física DSB2

A continuación, se muestran las secciones típicas de la desmontera DSB2





Detalle de muro de suelo reforzado, E: 1/100



Detalle de elevación, traslape lateral y armado

Estabilidad Hidrológica Desmontera DSB2-A

La estabilización hidrológica está comprendida por 6 tramos de canal y dos tramos de tubería de drenaje, los que se describen a continuación.

Tramo 1: Tiene la longitud total de 283,60 m, con sección tipo T2 de mampostería con pendiente variable de acuerdo a la superficie de terreno natural y descarga finalmente a la cuneta de acceso.

Tramo 2: Tiene la longitud total de 211 m, entre la progresiva 0+000 – 0+165,60 con sección tipo T1 de mampostería de pendiente 0,002, 0+165,60 – 0+211 con sección tipo R1 de mampostería con gran pendiente hasta llegar a la banqueta 4 315 y descarga finalmente a la caja colectora.

Tramo 3: Tiene la longitud total de 258 m, entre la progresiva 0+000 al 0+216 con sección tipo T1 de pendiente 0,002, 0+216 al 0+258 con sección tipo R1 de gran pendiente hasta llegar a la banqueta 4 300 y descarga finalmente a la caja colectora.

Tramo 4: Tiene la longitud total de 273,60m, entre la progresiva 0+000 al 0+232,50 con sección tipo T1 de pendiente 0,002, 0+232,50 al 0+273,60 con sección tipo R1 de gran pendiente hasta llegar a la banqueta 4 285 y descarga finalmente a la caja colectora.

Tramo 5: Tiene la longitud total de 283 ml, entre la progresiva 0+000 al 0+245,50 con sección tipo T1 de pendiente 0,002, 0+245,50 al 0+283,00 con sección tipo R1 de gran pendiente hasta llegar a la banqueta 4 270 y descarga finalmente a la caja colectora.

Tramo 6: Tiene la longitud total de 296,20 m, entre la progresiva 0+000 al 0+261,50 con sección tipo T1 de pendiente 0,002, 0+261,50 al 0+296,20 con sección tipo R1 de gran pendiente hasta llegar a la banqueta 4 255 y llegando a la caja colectora y descargando finalmente en el colchón de mampostería.

Los tramos de muro reforzado contarán con tubería de drenaje PVC Ø 0,30m con longitudes de 122 y 65,80m. Los trazos de ejes de canal se pueden ver en el plano EH-DSB2-A

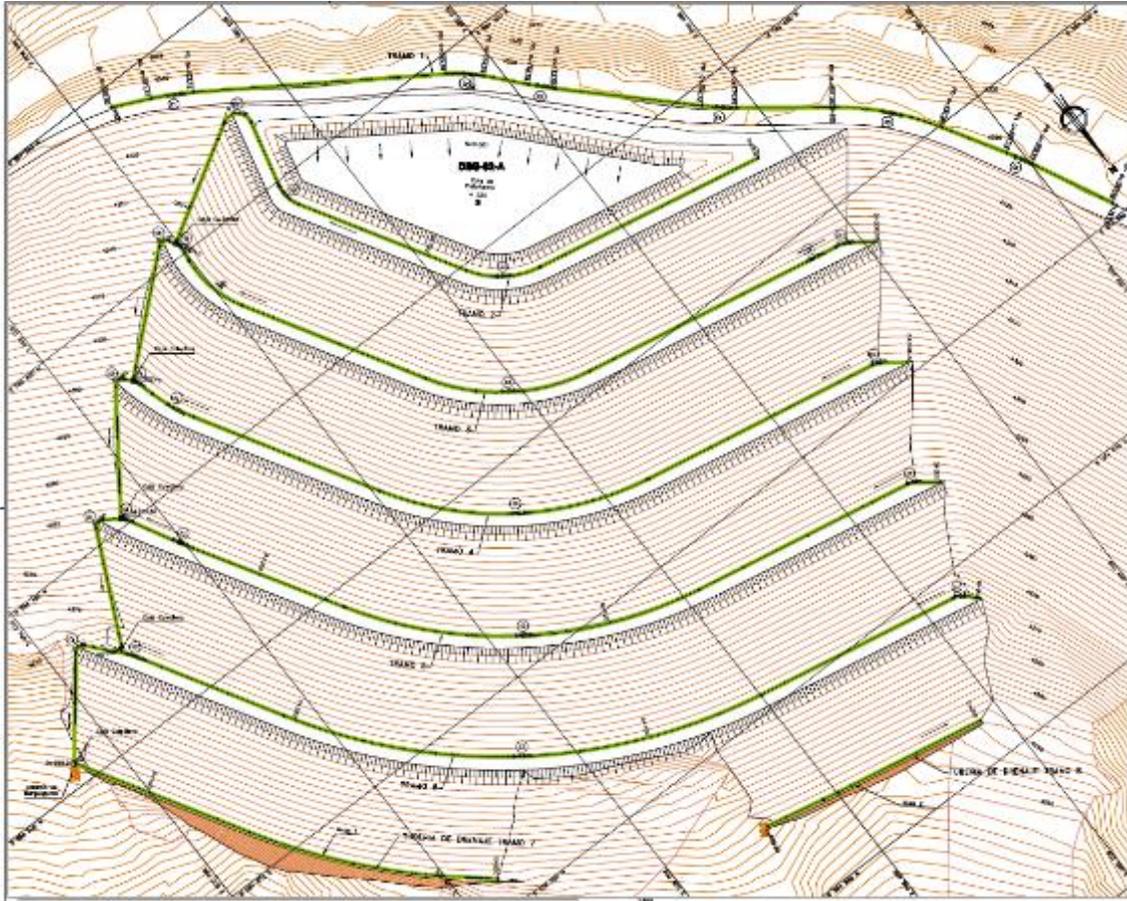


Figura 34. Plano de estabilidad hidrológica DSB2-A

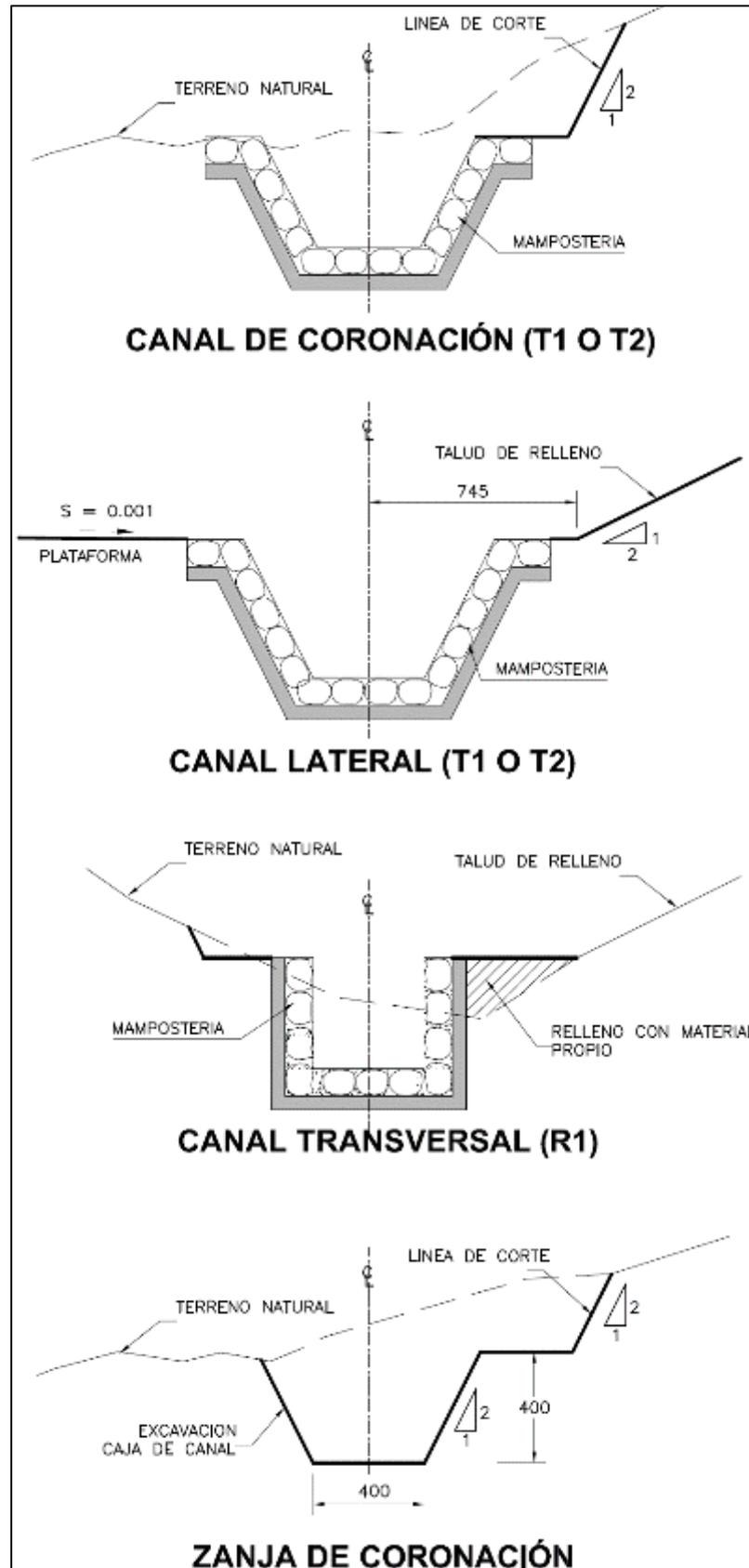


Figura: Detalles típicos de estructuras de manejo hídrico

Estabilidad Física Desmontera DSB2-B

Las actividades de movimiento de tierra del material suelto y relleno compactado con maquinaria se desarrollará in situ, hasta obtener el talud 1,8H:1V, recomendado por el análisis de estabilidad.

El área que ocupará el depósito de desmonte luego de la estabilidad física es de 0,48 ha, el volumen desarrollará en 01 área de relleno y corte (volumen de Corte 56 900 m³ y relleno 56 900 m³), conformada por 02 plataformas (eje de plataforma 1 y eje de plataforma 2), 03 banquetas de ancho mínimo 4 m y altura 10 m (eje 1, eje 2 y eje 3). El área para el perfilado en talud es de 11 704 m². Ver plano EF-DSB2-B

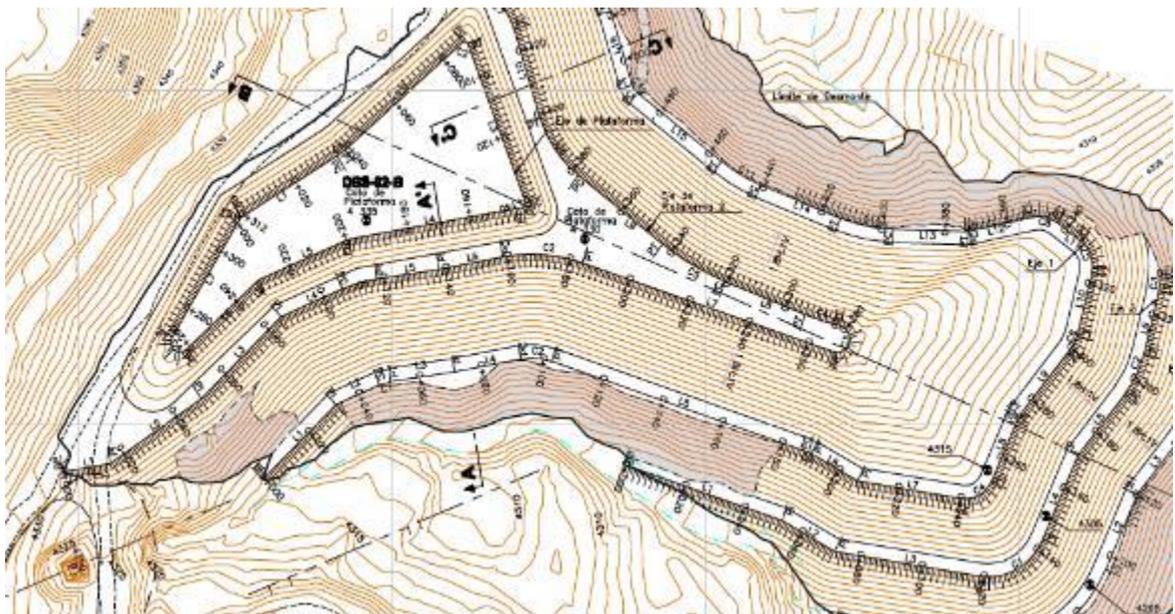
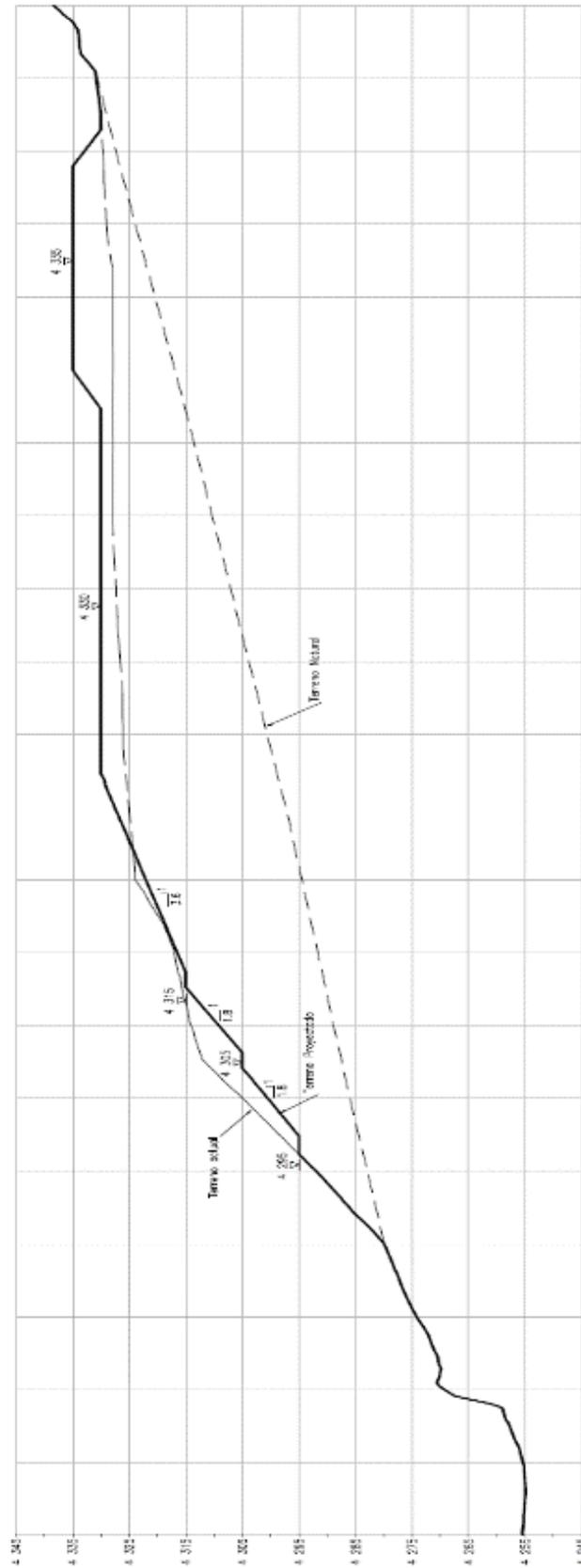
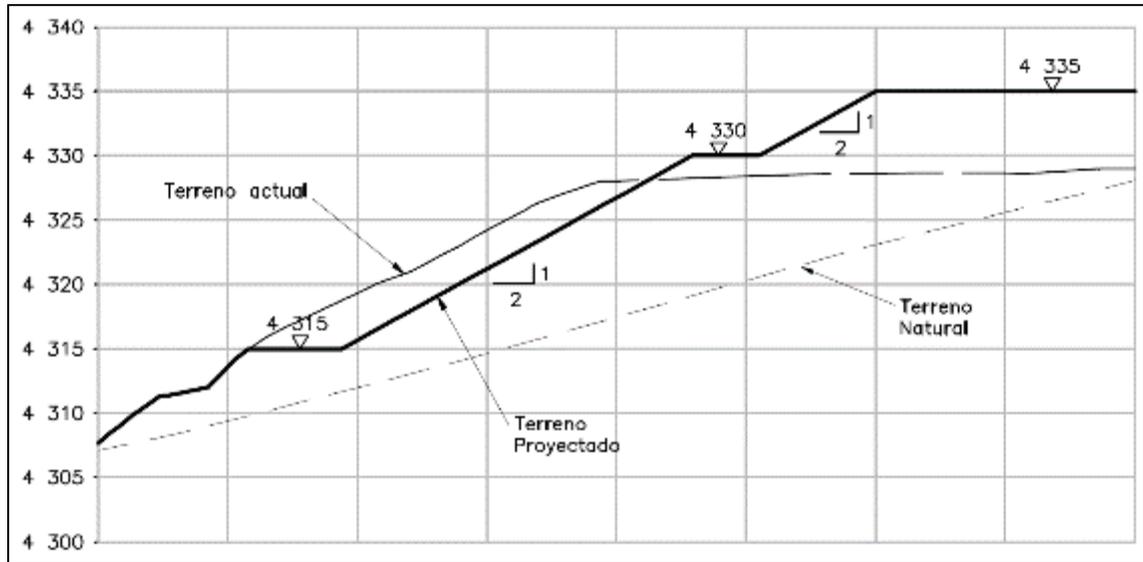


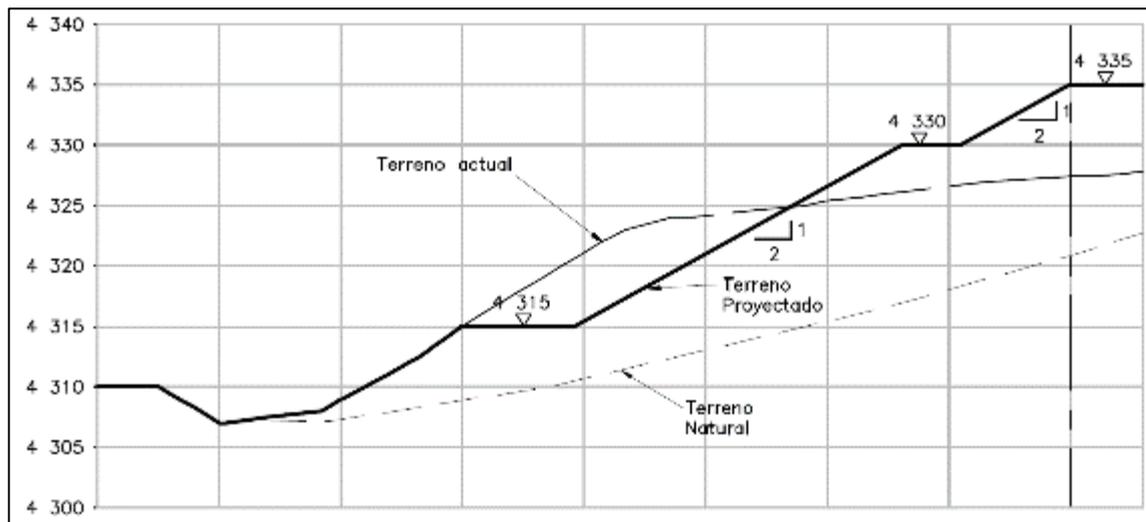
Figura 35. Plano de estabilidad física DSB2-B



Sección típica B-B' E: 1:750



Sección típica A-A' E:1:500



Sección típica C-C'

Estabilidad Hidrológica Desmontera DSB2-B

La estabilización hidrológica está comprendida por 6 tramos de canal, los que se describen a continuación.

Tramo 1: Tiene la longitud total de 234,40 m, con una sección tipo T2 de mampostería con pendiente variable de acuerdo a la superficie de terreno natural y descarga finalmente a la cuneta de acceso.

Tramo 2: Tiene la longitud total de 397,10m, entre la progresiva 0+000 al 0+055,90 con sección tipo R1 de mampostería con pendiente variable de acuerdo a la superficie de terreno natural hasta la caja colectora ubicada en la banqueta 4 315 continua 0+055,90 al 0+397,10 con sección tipo T1 mampostería con de pendiente 0,002 hasta llegar descarga finalmente al tramo 6.

Tramo 3: Tiene la longitud total de 332,20 m, entre la progresiva 0+000 al 0+088,40 con sección tipo R1 de mampostería con pendiente variable de acuerdo a la superficie de terreno natural hasta la caja colectora ubicada en la banqueta 4 305 continua 0+088,40 – 0+332,20 con sección tipo T1 de mampostería con pendiente 0,002 hasta llegar descarga finalmente al colchón de mampostería.

Tramo 4: Tiene la longitud total de 249,80m, entre la progresiva 0+000 al 0+048,00 con sección tipo R1 de mampostería con pendiente variable de acuerdo a la superficie de terreno natural hasta la caja colectora ubicada en la banqueta 4 295 continua 0+048,00 al 0+249,80 con sección tipo T1 de mampostería con pendiente 0,002 hasta llegar descarga finalmente al colchón de mampostería.

Tramo 5: Tiene la longitud total de 50,50m, con sección tipo T1 de mampostería con pendiente variable de acuerdo a la superficie de terreno natural y descarga finalmente al colchón de mampostería.

Tramo 6: Tiene la longitud total de 180,90m, con sección tipo T1 de mampostería con pendiente 0,002, en la banqueta 4 315, descarga finalmente el colchón de mampostería.

Los trazos de ejes de canal en planta se pueden ver en el plano EH-DSB2-B

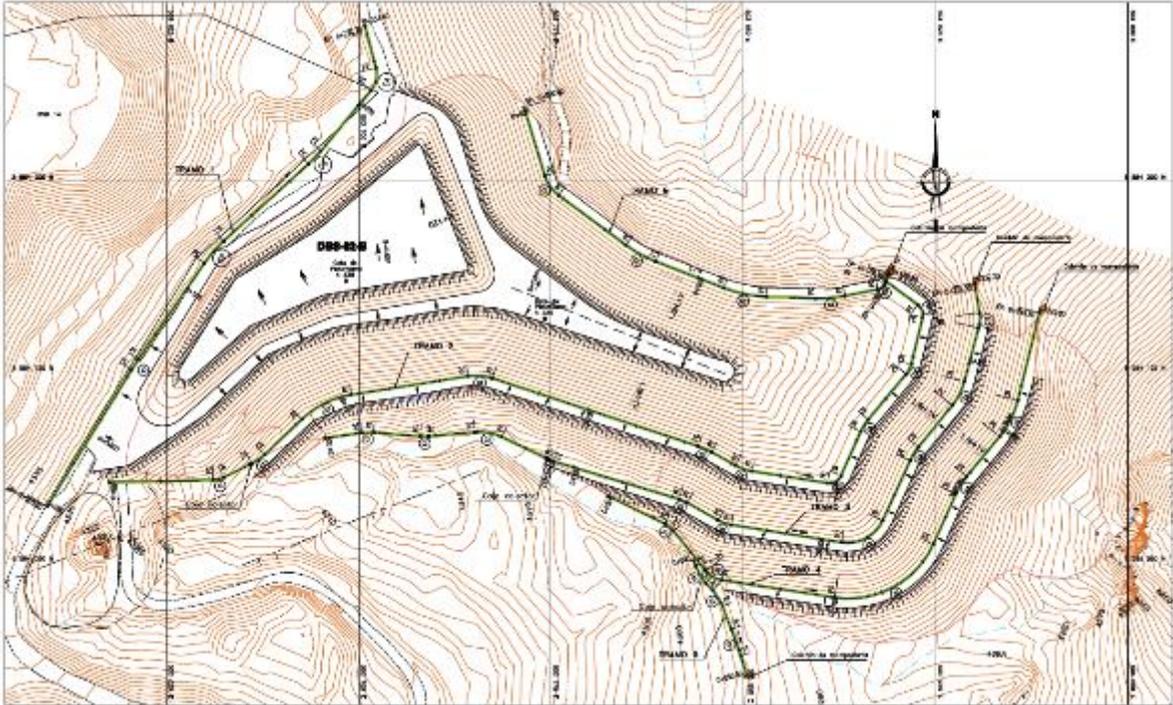


Figura 36. Plano de estabilidad hidrológica DSB2

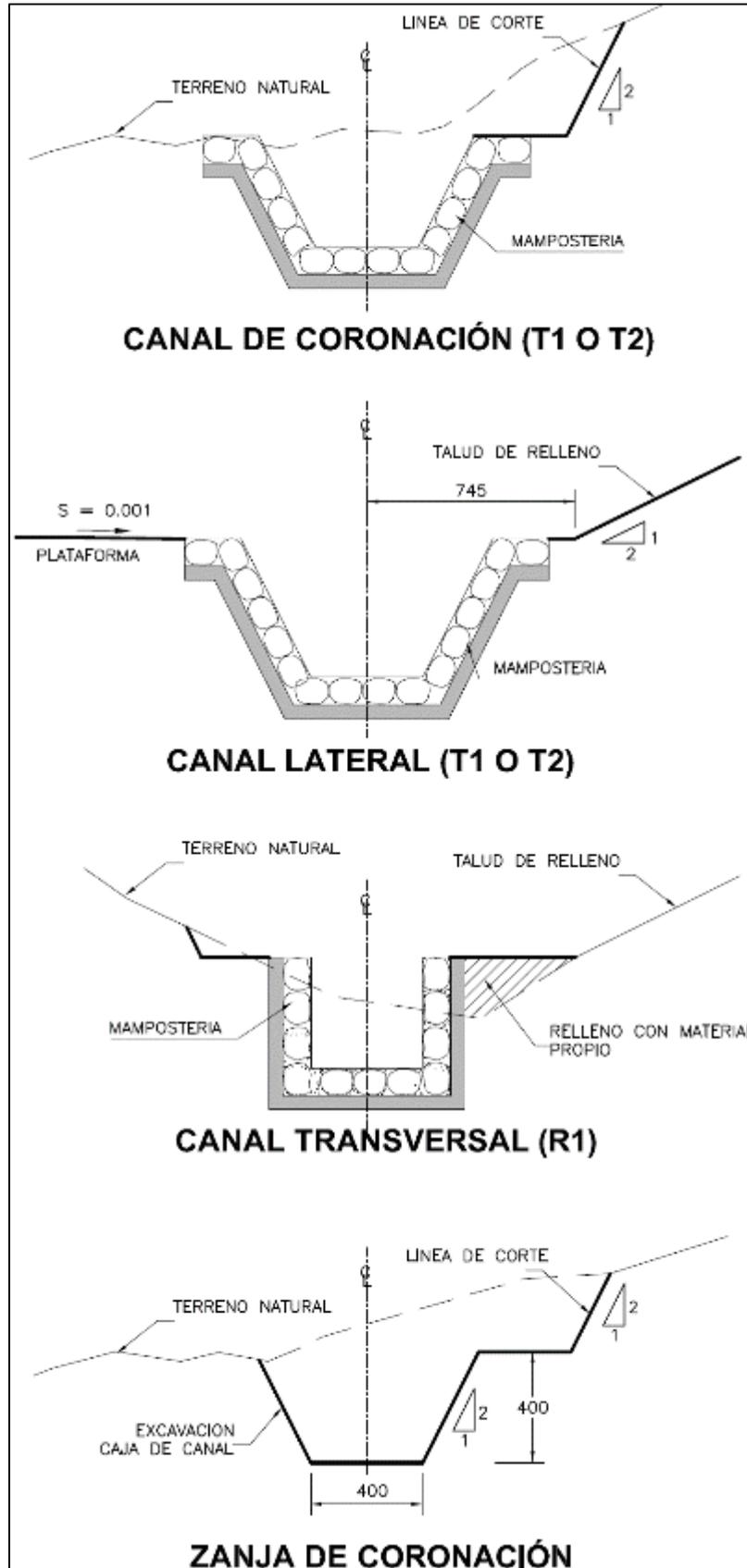


Figura: Detalles típicos de estructuras de manejo hídrico

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Alarcon (2019), planteó como configuración geométrica para el depósito de desmonte un talud interbanqueta de 2H: 1V y talud global de 2.5H:1V. el material almacenado en el depósito de desmonte no generará drenaje ácido, con una capacidad de material de desmonte de 196 511.00 m³ en un área total aproximado de 2.0 ha. Para la estabilidad hidrológica los canales han sido diseñados con taludes laterales de 1H:1V, con secciones transversales trapezoidales o en “V”, y propone colocar un revestimiento de enrocado y enrocado con concreto, e la presente investigación se buscó obtener el talud 2H:1V (26,5°), recomendado por el análisis de estabilidad. El área que ocupará el depósito de desmonte luego de la estabilidad física es de 0,54 ha, e1 área de relleno (eje 5 de 9 963 m³). El área para el perfilado en la plataforma es de 24 137 m² y en el talud de 9 357 m² mientras que la estabilización hidrológica está comprendida por 4 tramos de canal y 2 tramos de mejoramiento de cuneta.

A igual que Ortiz (2016), el cual menciona que el material de desmonte no es generador de drenaje ácido, en mi investigación los materiales no son generadores de acidez y el alto contenido de mercurio en el desmonte se considera que es estable y no lixiviana porque el contenido del mercurio en los cuerpos receptores está dentro de los Límites Máximos Permisibles que la Ley peruana contempla.

Ortiz (2011), nos dice que en los análisis de estabilidad de taludes se considera un valor mínimo de Factor de Seguridad FS de 1,5 en la condición estática, de igual manera propongo un FS, de 1,50.

Además, menciona la mejor inclinación del banco debe ser de 30°, mientras que en el presente estudio se propone un ángulo de 26,5°.

4.2. Conclusiones

- La geología de la zona Santa Barbara está compuesta por las formaciones Pucara, Chúlec, Santa Barbara, Casapalca, Chunumayo.
- En la evaluación de la estabilidad física de los depósitos de desmonte se concluye que la mayoría de los depósitos son inestables las cuales deben ser removidos o estabilizadas mediante cortes y rellenos conformados con muros de pie, material de cobertura y un sistema de drenaje adecuado.
- Sobre la estabilidad hidrológica de la desmontera DSB1 se tendrán 4 tramos con sección tipo T1 y T2 de mampostería con pendiente variable de acuerdo a la superficie de terreno natural y descarga finalmente al colchón de mampostería.
- La estabilización hidrológica de la desmontera DSB2 está comprendida por 6 tramos de canal y dos tramos de tubería de drenaje, con pendiente variable de acuerdo a la superficie de terreno natural y descarga finalmente a la cuneta de acceso o a la caja colectora según corresponda.
- Los depósitos de desmonte del sector Santa Bárbara no son generadores de acidez y el alto contenido de mercurio en el desmonte se considera que es estable y no lixivia porque el contenido del mercurio en los cuerpos receptores está dentro de los Límites Máximos Permisibles que la Ley peruana contempla. Por lo que estos depósitos de desmontes no requieren de una estabilidad geoquímica, pero si será revegetado colocándose previamente una capa de material orgánico de 0,25 m de espesor para proseguir con la siembra y fertilización.

REFERENCIAS

- Álvarez, J. (2018). *Plan de cierre del botadero 28 de desmonte para la remediación de pasivos ambientales – Unidad minera Tintaya*. Arequipa – Perú.
- Ferrer, F. (2015). *Planeamiento de Minado de Largo Plazo para Proyecto Minero No Metálico desarrollada acerca del planeamiento de minado para la mina Atocongo*. Lima.
- Ortiz, J. P. (2016). Methodology for a dump design optimization in large-scale open pit mines. *Cogent Engineering*, 4(1), 1387955. doi: 10.1080/23311916.2017.1387955
- Ortiz, S. (2011). *Impacto ambiental producido por los botaderos de desmonte y Pads de lixiviación en la Mina Santa Rosa de Puno*. (Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann). Recuperado de <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/702>
- Radhakanta, K., & Debashish, C. (2010). Discrete element approach for mine dump stability analysis. *Mining Science and Technology (China)*, 20(6), 809–813. doi: 10.1016/S1674-5264(09)60286-6
- Vilca, A. (2019). *Estudio geotécnico para la estabilidad del talud del depósito de desmonte Santa Rosa del proyecto Santa Rosa-Arequipa*. Tesis de grado. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Anexo 3. Galería Fotográfica



Inicio de excavación de calicata, DSB 1



Calicata DSB 1



Cuarteo de muestra para clasificación SUCS



Bolsas de muestras desmontera DSB1