

INFORME DE REVISIÓN GEOTÉCNICA

REDACCIÓN: Julio del 2020

PETICIONARIO: ACCIONA

TRABAJO: TANQUE SANTA RITA – P.T.A.P SABANITAS II

PROYECTO: POTABILIZADORA SABANITAS II



Centro de Estudios de Materiales y Control de Obra S A

Panamá, Clayton, Ciudad del Saber

Edificio 133 A

www.cemoso.es

CONTENIDO

| | | |
|---|---|----|
| 1 | INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS | 3 |
| 2 | LOCALIZACIÓN ZONA DE ESTUDIO..... | 3 |
| 3 | CAMPAÑA DE EXPLORACIÓN | 4 |
| 4 | UNIDADES Y CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA | 5 |
| 5 | AMENAZA SÍSMICA Y EFECTOS DE SITIO | 5 |
| 6 | CHEQUEO DE ESTABILIDAD CORTE Y RELLENO PARA IMPLANTACIÓN DE OBRAS | 6 |
| 7 | CHEQUEO DE CAPACIDAD PORTANTE | 20 |
| 8 | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 20 |

ANEXOS

ANEXO 1. REGISTROS SONDEOS

ANEXO 2. RESULTADOS ENSAYOS DE LABORATORIO

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El presente documento corresponde al informe de revisión técnica de las obras propuestas por ACCIONA para la implantación del Tanque Santa Rita como parte de la Potabilizadora Sabanitas II.

Tomando como base los trabajos de campo y laboratorio realizados por CEMOSA en el mes de Enero de 2020, se realiza identificación del perfil estratigráfico y caracterización geotécnica, para evaluar las recomendaciones de inclinación de taludes de corte y relleno propuestas por ACCIONA, así como la estimación preliminar de capacidad portante para recomendaciones del suelo de fundación del Tanque Santa Rita.

2 LOCALIZACIÓN ZONA DE ESTUDIO

El Tanque Santa Rita se localiza en la provincia de Colón, Panamá con coordenadas aproximadas N: 1031080 y E: 633778, como parte de la Potabilizadora de Sabanitas II. La ubicación general de la zona en estudio se observa en la siguiente Figura.



Figura N° 1.- Localización general Tanque Santa Rita – P.T.A.P Sabanitas II

El Tanque a construir en la zona de estudio tendrá las siguientes características:

| INFORMACIÓN DEL TANQUE | | |
|--|-----------|------|
| Modelo tanque (piso en concreto y domo de aluminio) | 12628SSWT | |
| Diámetro | 38370 mm | |
| Altura tanque | 8664 mm | |
| Capacidad | 9500 m³ | |
| Peso del tanque + Domo | 77021 Kg | |
| ACCESORIOS | | |
| Entrada de agua potable | DN400 | 1 un |
| Salida de agua potable | DN400 | 1 un |
| Drenaje | DN200 | 1 un |
| Overflow | DN400 | 1 un |
| Venteo | DN400 | 2 un |
| Brida de conexión para un level Switch | DN40 | 1 un |
| Brida de conexión para un transmisor de nivel | DN40 | 1 un |
| Sistema de protección catódica de ánodos de sacrificio | — | 1 un |
| Sistema de anillos tensores de viento | — | 1 un |
| Escotillas de techo | — | 2 un |
| Escaleras externas, riel de aluminio y jaula de seguridad en acero galvanizado | — | 2 un |

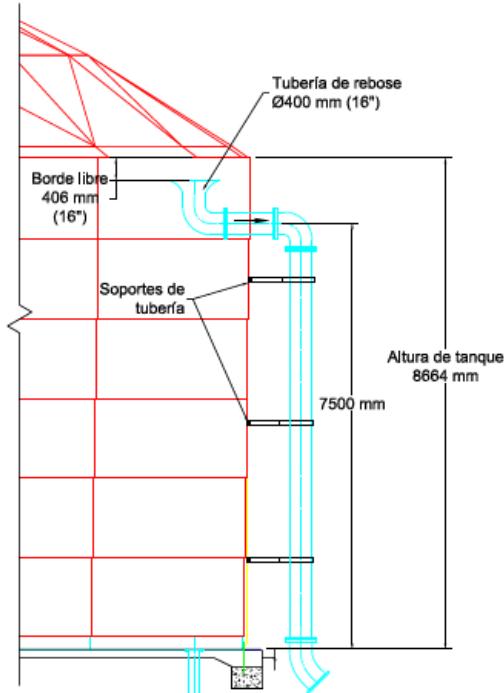


Figura N° 2.- Características Tanque Santa Rita – P.T.A.P Sabanitas II. Fuente: ACCIONA, 2020.

3 CAMPAÑA DE EXPLORACIÓN

La exploración geotécnica ha consistido en los siguientes trabajos:

- ✓ Tres (3) Sondeos mecánicos con recuperación continua.
- ✓ Un (1) Sondeo mecánico a destroza.

Los cuales presentaron las siguientes características de ubicación y profundidad.

Tabla N° 1. Características Sondeos Ejecutados

| UBICACIÓN | TIPO DE ENSAYO | ID | COORDENADA | | ALTITUD (m) | PROFUNDIDAD ALCANZADA (m) |
|---------------------------------------|---|-------|------------|---------|-------------|---------------------------|
| | | | E | N | | |
| TANQUE SANTA RITA - PTAP SABANITAS II | Sondeo mecánico con recuperación de muestra | S-15 | 633779 | 1031028 | 235 | 19.35 |
| | Sondeo mecánico con recuperación de muestra | S-16 | 633844 | 1031091 | 241 | 20.45 |
| | Sondeo mecánico con recuperación de muestra | S-17 | 633798 | 1031127 | 255 | 35.00 |
| | Sondeo mecánico a destroza | S-17A | 633782 | 1031136 | 255 | 22,50 |

Fuente: CEMOSA, 2020

4 UNIDADES Y CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

Según la estratigrafía identificada en las perforaciones, se construyeron los perfiles estratigráficos para la zona en estudio (Ver Anexo 1). La caracterización geotécnica se realiza basada en los resultados de los ensayos de laboratorio y golpeos registrados en campo por ensayos SPT (Ver Anexo 2).

De acuerdo con las obras para la implantación del Tanque Santa Rita, y en miras de cumplir únicamente con el objetivo propuesto del documento, se identifican los siguientes materiales de corte y relleno, que servirán como base para el cálculo de capacidad portante, asentamientos y estabilidad de los taludes.

A partir de los trabajos de laboratorio sobre las muestras recuperadas en las perforaciones, es posible identificar las propiedades mecánicas y dinámicas del suelo presente en la zona, y evaluar así su resistencia y deformabilidad. La siguiente caracterización geotécnica se realiza con base en los resultados de los ensayos de laboratorio, golpeos registrados en campo por ensayos SPT, así como en correlaciones bibliográficas y empíricas de diferentes autores.

Tabla N°2. Unidades geotécnicas asignadas y parámetros de diseño estimados

| ID | MATERIAL | DESCRIPCIÓN | N | DENSIDAD (KN/m ³) | COHESION (kPa) | Ø (º) | Su (kPa) |
|-------|----------|---|----|-------------------------------|----------------|-------|----------|
| UG-01 | CORTE | Limo arcilloso marrón y rojizo. Consistencia moderadamente firme. | 7 | 13,53 | 22 | 17 | 50.14 |
| UG-02 | CORTE | Limo arcilloso de tonos rojizos y violáceos con moteado naranja, blanco y negro con pátinas negras. Consistencia moderadamente firme a firme. | 17 | 14,50 | 25 | 27 | 58.60 |
| UG-03 | RELLENO | Material selecto. Mezcla de gravas, arena y limo. | - | 18,00 | 30 | 33 | - |

Fuente: CEMOSA, 2020

Debido a que las unidades geotécnicas corresponden a suelos cohesivos se calcularon los siguientes parámetros de diseño:

- Golpeo (N): se tomaron los valores de golpeo registrados en los ensayos de SPT de campo a lo largo de cada perforación.
- Cohesión y ángulo de fricción (C y φ): se tomó el valor de cohesión y ángulo de fricción arrojado por el ensayo de corte directo.
- Resistencia al corte no drenado (Su): para la estimación de Su se toma el valor del ensayo de resistencia a la compresión simple (qu) multiplicado por 0.50: Su=qu*0.50

5 AMENAZA SÍSMICA Y EFECTOS DE SITIO

Para la condición extrema ante la ocurrencia de un evento sísmico, teniendo en cuenta las recomendaciones de la normativa panameña REP 2014, se calcula el siguiente coeficiente de aceleración horizontal:

$$K_h = A_a \left(\frac{0.2 A_v^2}{A_a d_{perm}} \right)^{\frac{1}{4}}, \text{ donde } A_a \text{ y } A_v \text{ son los coeficientes de}$$

aceleración y velocidad efectivas máximas.

Fuente: REP, 2014

De acuerdo con la Tabla 4.1.4.1 de la REP 2014, se obtienen los coeficientes Aa (0.15) y Av (0.20) que determinan las condiciones de sismicidad para la Provincia de Colón. Obteniendo así un coeficiente de aceleración Kh de 0.12 para los análisis pseudo-estáticos.

6 CHEQUEO DE ESTABILIDAD CORTE Y RELLENO PARA IMPLANTACIÓN DE OBRAS

Para la implantación del Tanque Santa Rita, se requieren realizar obras de corte y relleno. En este capítulo se realizará el chequeo por estabilidad global en condiciones estáticas y pseudo-estáticas, implementando las pendientes de corte y relleno recomendadas por ACCIONA. Para lo cual, se seleccionan las siguientes secciones de análisis que corresponden a puntos de corte y relleno máximos.

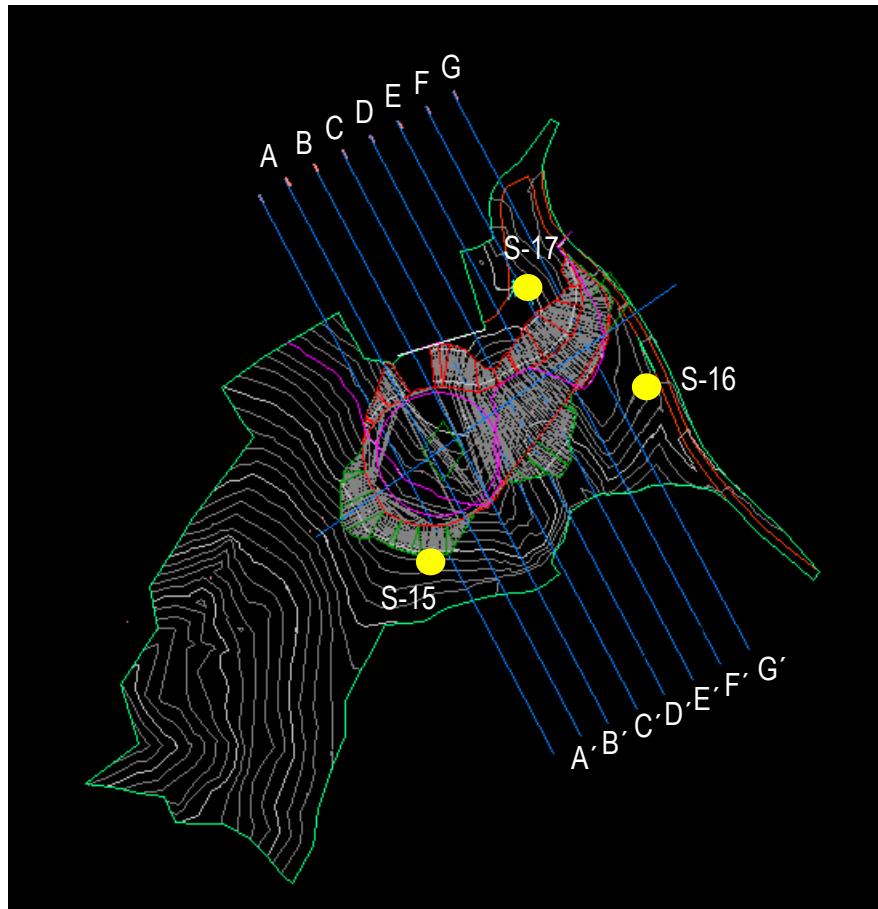


Figura N° 3.- Secciones de análisis Tanque Santa Rita – P.T.A.P Sabanitas. Fuente: ACCIONA, 2020

Tabla N° 3. Secciones de análisis Corte y Terraplén

| SECCIÓN | REFERENCIA ALINEAMIENTO | ALTURA DE CORTE (m) | ALTURA TERRAPLÉN (m) |
|---------|----------------------------|------------------------|-------------------------|
| A-A' | 0+100 | 4,34 | 8,72 |
| B-B' | 0+120 | 12,9 | - |
| C-C' | 0+130 | 13,0 | 3,3 |
| D-D' | 0+140 | 5,43 | 9,41 |
| E-E' | 0+150 | 8,77 | 10,23 |
| F-F' | 0+160 | 13,2 | - |
| G-G' | 0+170 | 7,0 | - |

Las secciones anteriormente mostradas fueron evaluadas mediante modelos de equilibrio límite que permitieron conocer las superficies de falla y los factores de seguridad de los taludes de corte y terraplén en condiciones estáticas y pseudo estáticas (sismo). Esta modelación fue realizada mediante SLIDE V7.0 de Rocscience®, teniendo como parámetro de aceptación los factores de seguridad para Derrumbe Global permitidos por la normativa REP, 2014.

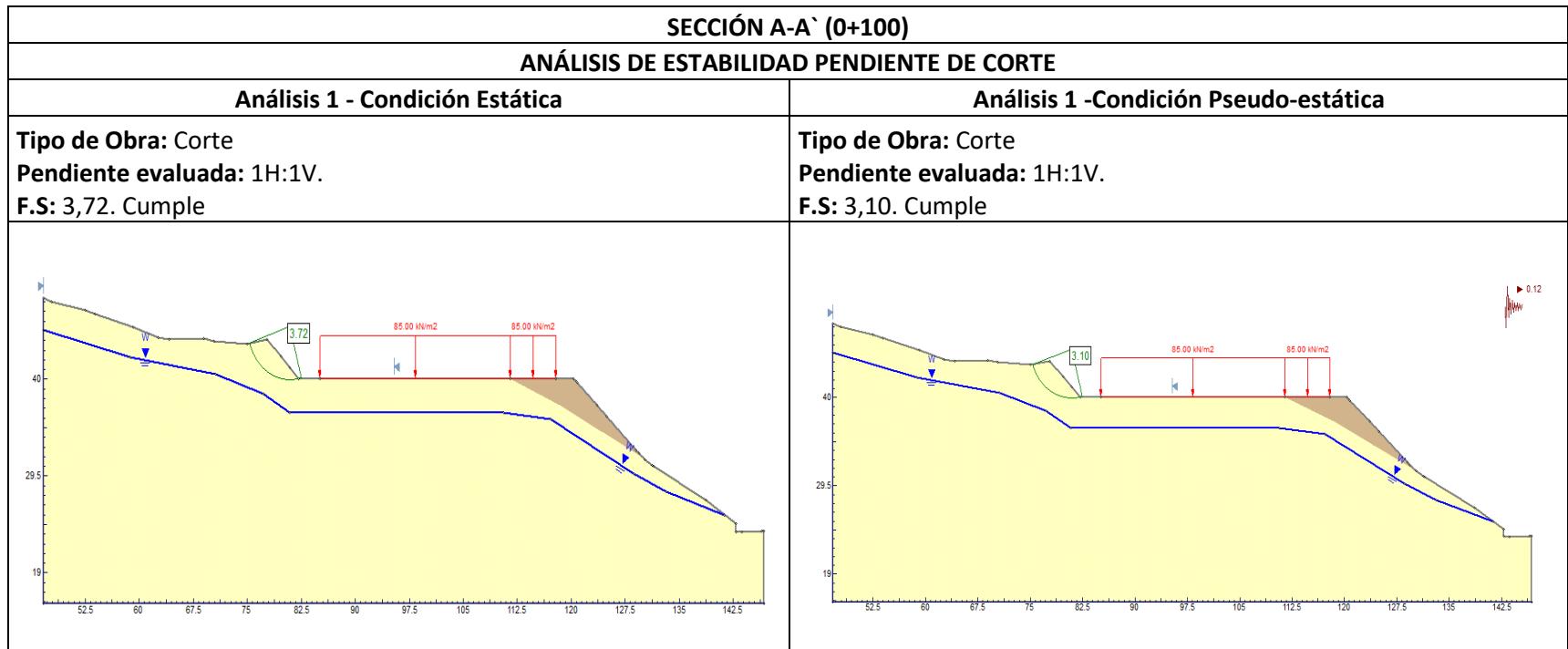
Tabla N° 4. Factores de seguridad para análisis de Estabilidad Global

| Modalidad De Falla | Factor de Seguridad Condición Estática | Factor de Seguridad Condición de Sismo |
|--|--|--|
| Desplazamiento | 1.5 | 1.2 |
| Volteo | 2.0 | >1.0 |
| Ancho Efectivo (función de la posición de la resultante)/Ancho total del cimiento del muro | 100% | 75% suelo 50% roca |
| Capacidad de Soporte | 3.0 | >2.0 |
| Derrumbe global | 1.5 | 1.2 |

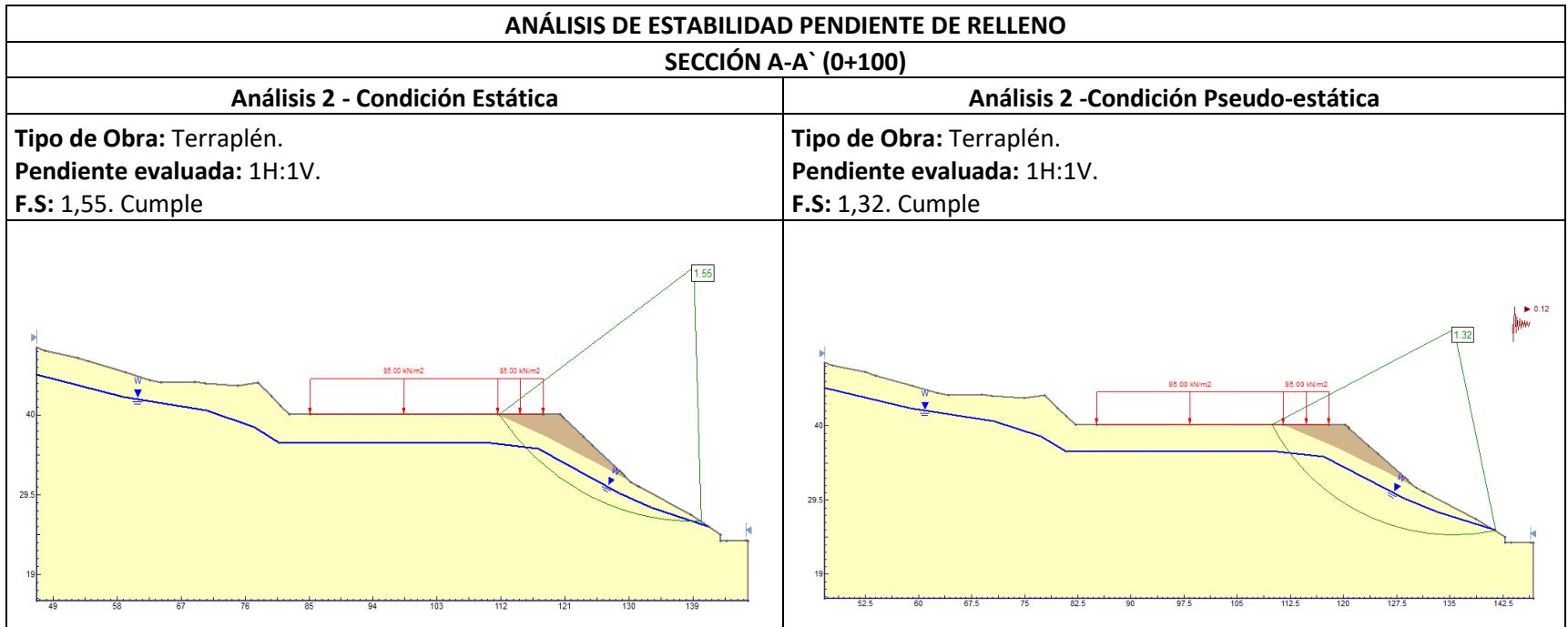
Fuente: Cuadro A6.5.3.7. REP, 2014

Aplicando la metodología descrita, se obtienen los siguientes resultados:

- Sección A-A': 0+100

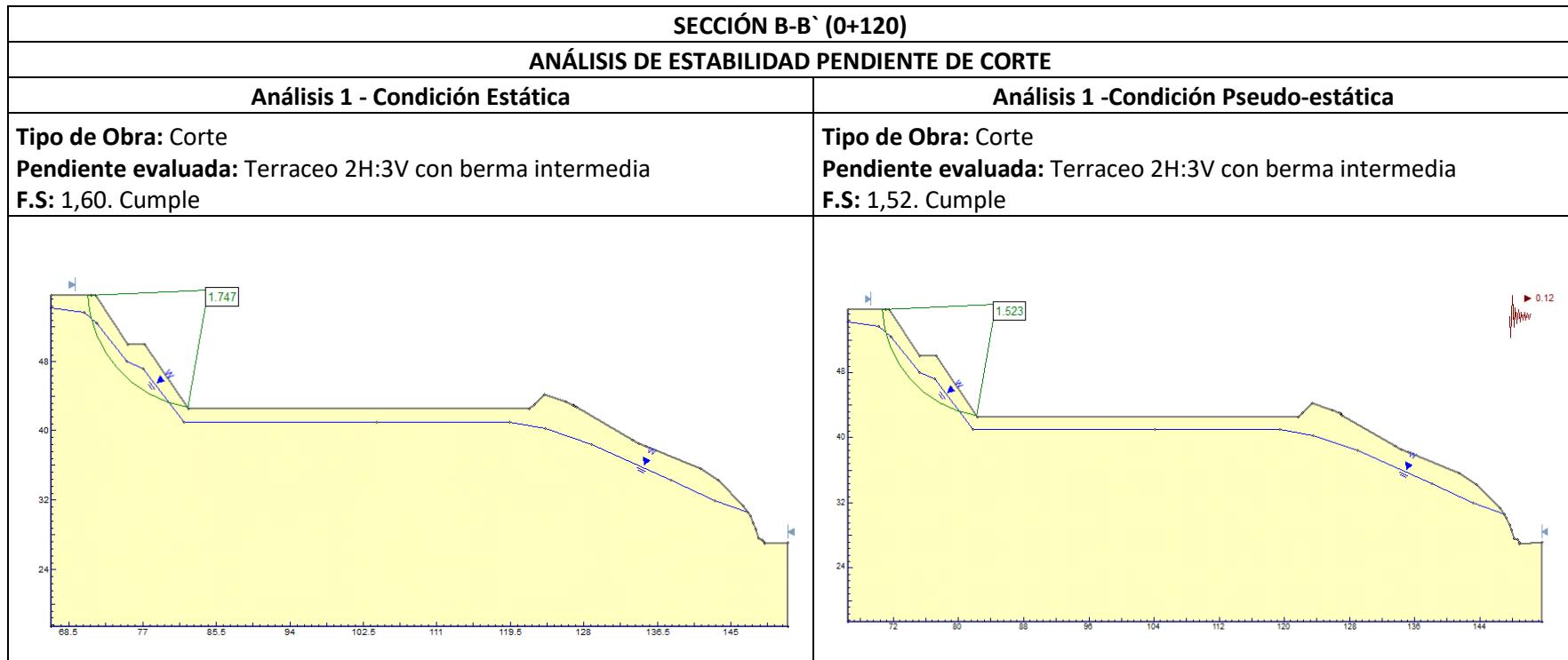


| Material Name | Color | Unit Weight (kN/m ³) | Strength Type | Cohesion (kN/m ²) | Phi |
|---------------|--------|----------------------------------|---------------|-------------------------------|-----|
| UG02 | Yellow | 14.5 | Mohr-Coulomb | 25 | 27 |
| UG03 | Brown | 18 | Mohr-Coulomb | 30 | 33 |



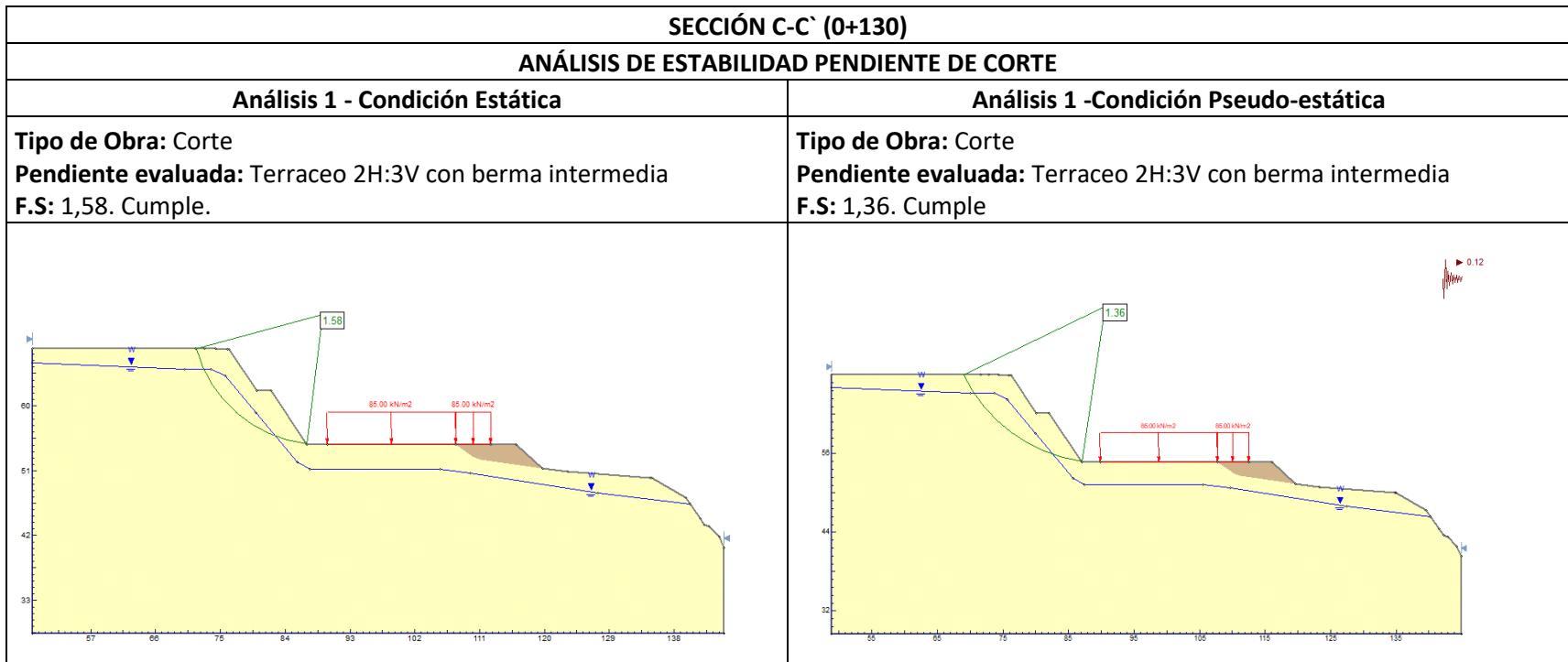
| Material Name | Color | Unit Weight (kN/m³) | Strength Type | Cohesion (kN/m²) | Phi |
|---------------|--------|---------------------|---------------|------------------|-----|
| UG02 | Yellow | 14.5 | Mohr-Coulomb | 25 | 27 |
| UG03 | Brown | 18 | Mohr-Coulomb | 30 | 33 |

- Sección B-B': 0+120

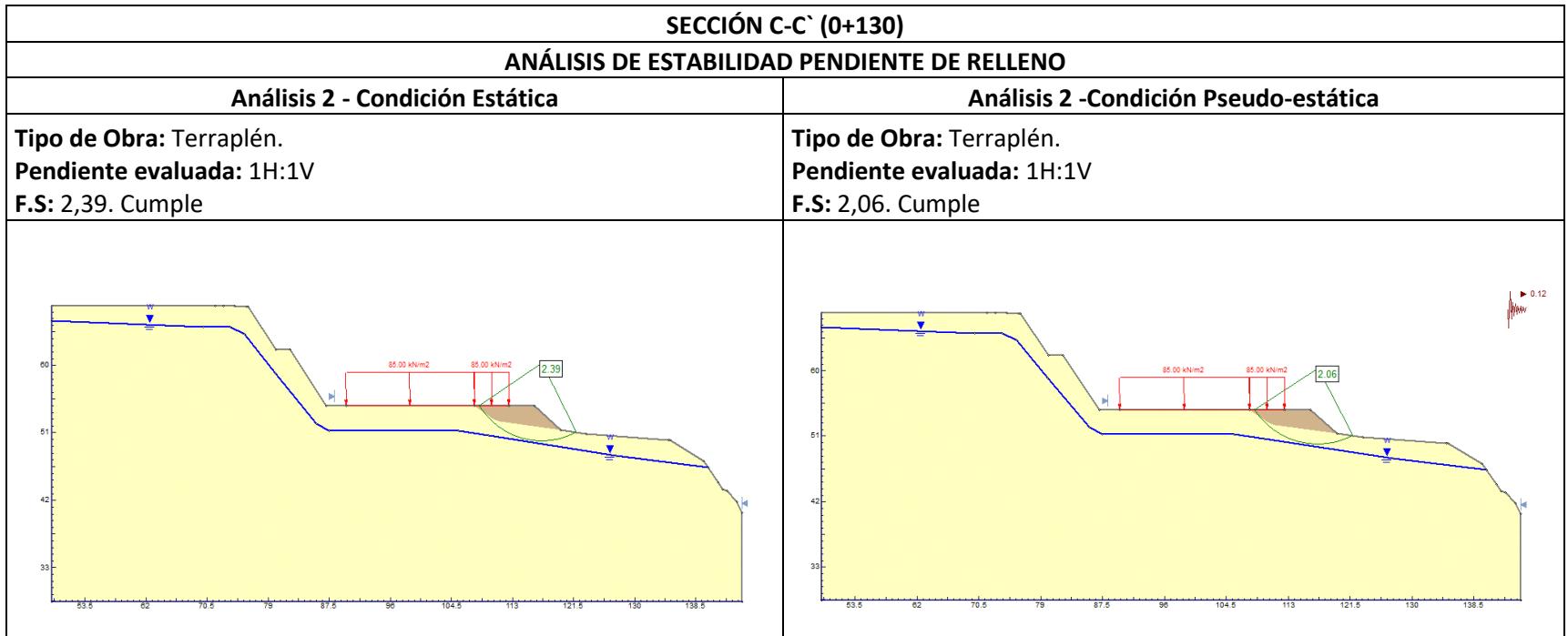


| Material Name | Color | Unit Weight (kN/m³) | Strength Type | Cohesion (kN/m²) | Φ |
|---------------|--------|---------------------|---------------|------------------|----|
| UG02 | Yellow | 14.5 | Mohr-Coulomb | 25 | 27 |
| UG03 | Brown | 18 | Mohr-Coulomb | 30 | 33 |

- Sección C-C': 0+130

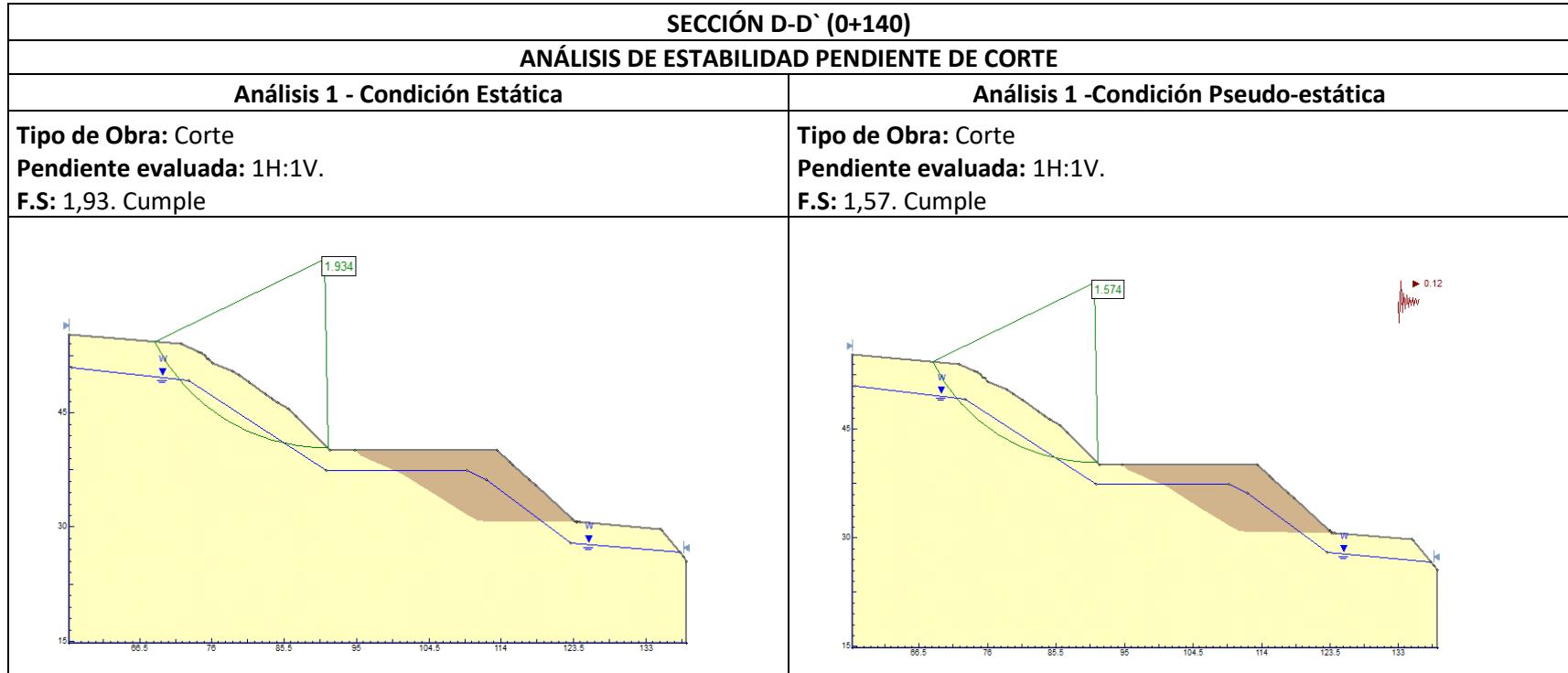


| Material Name | Color | Unit Weight (kN/m³) | Strength Type | Cohesion (kN/m²) | Phi |
|---------------|--------|---------------------|---------------|------------------|-----|
| UG02 | Yellow | 14.5 | Mohr-Coulomb | 25 | 27 |
| UG03 | Brown | 18 | Mohr-Coulomb | 30 | 33 |

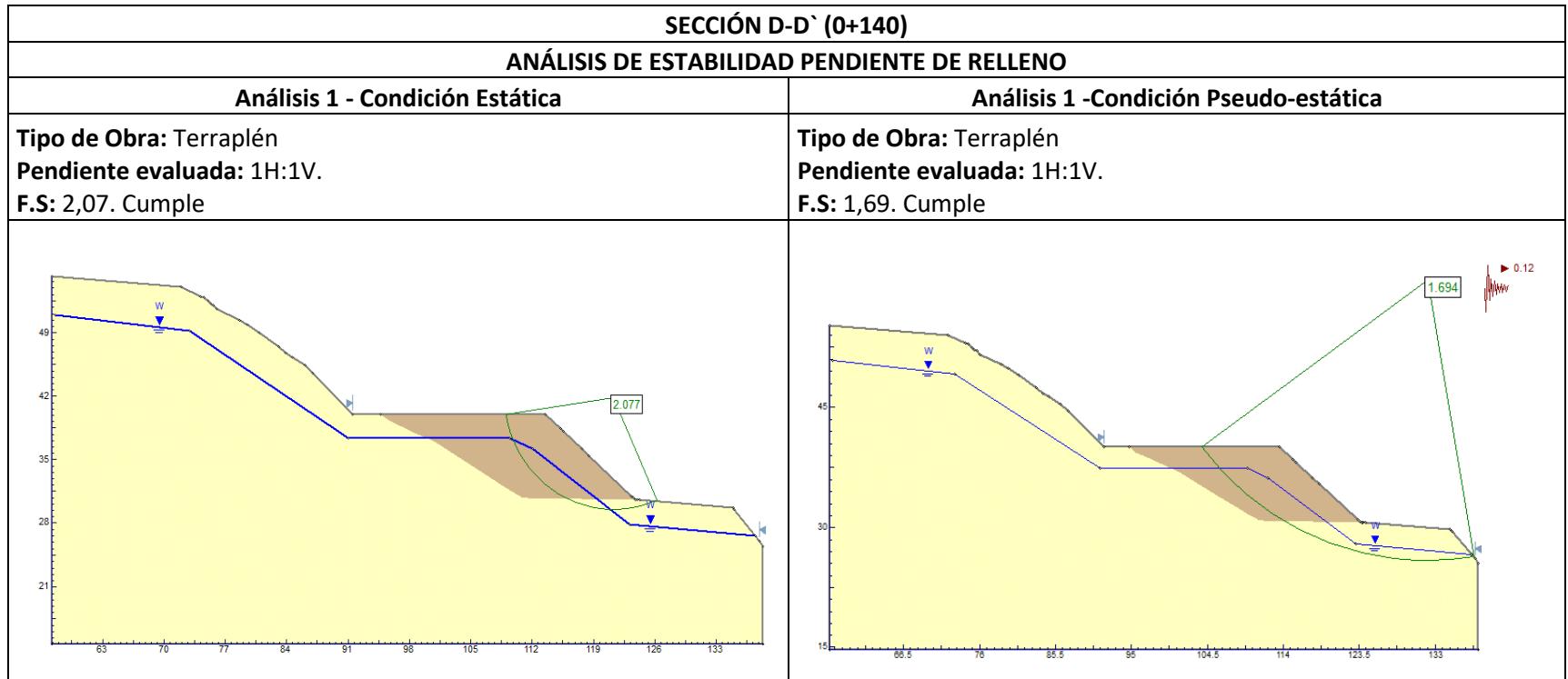


| Material Name | Color | Unit Weight (kN/m³) | Strength Type | Cohesion (kN/m²) | Φ |
|---------------|--------|---------------------|---------------|------------------|----|
| UG02 | Yellow | 14.5 | Mohr-Coulomb | 25 | 27 |
| UG03 | Brown | 18 | Mohr-Coulomb | 30 | 33 |

- Sección D-D': 0+140

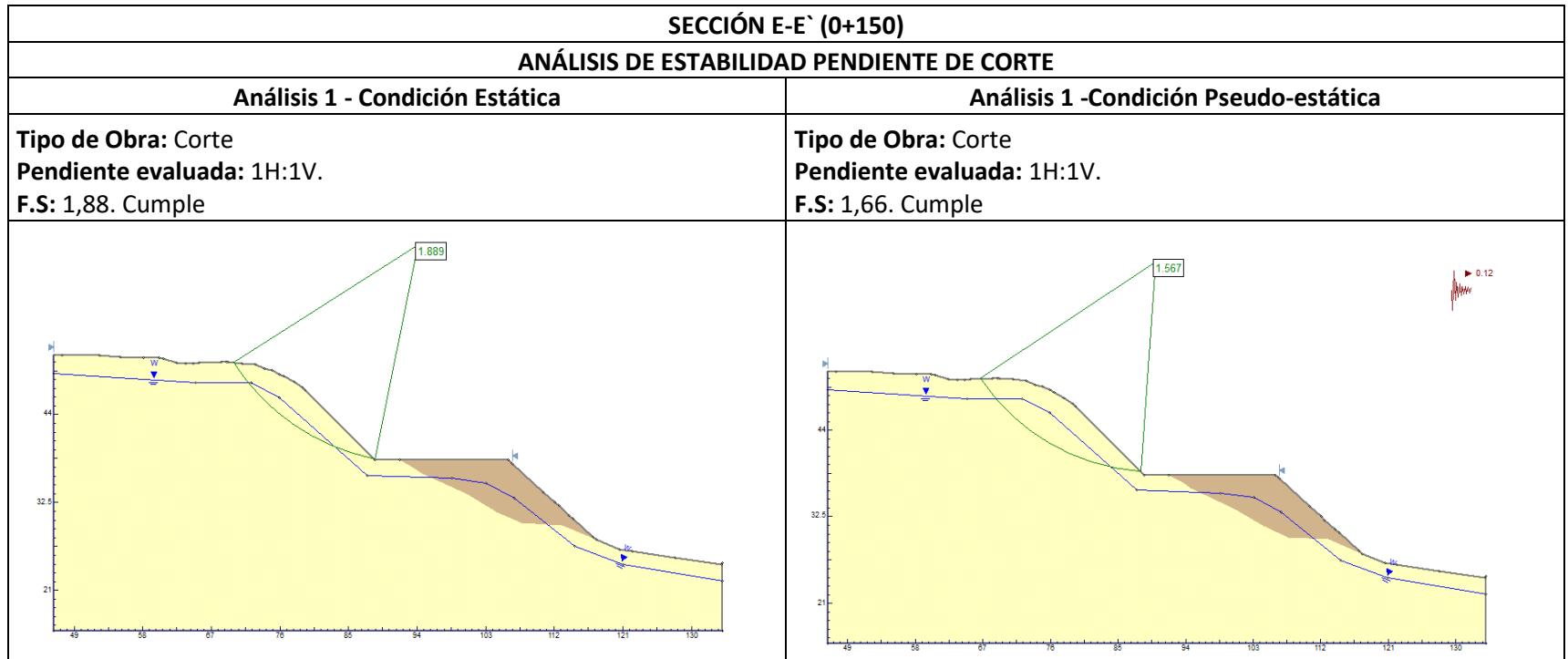


| Material Name | Color | Unit Weight (kN/m³) | Strength Type | Cohesion (kN/m²) | Phi |
|---------------|--------|---------------------|---------------|------------------|-----|
| UG02 | Yellow | 14.5 | Mohr-Coulomb | 25 | 27 |
| UG03 | Brown | 18 | Mohr-Coulomb | 30 | 33 |

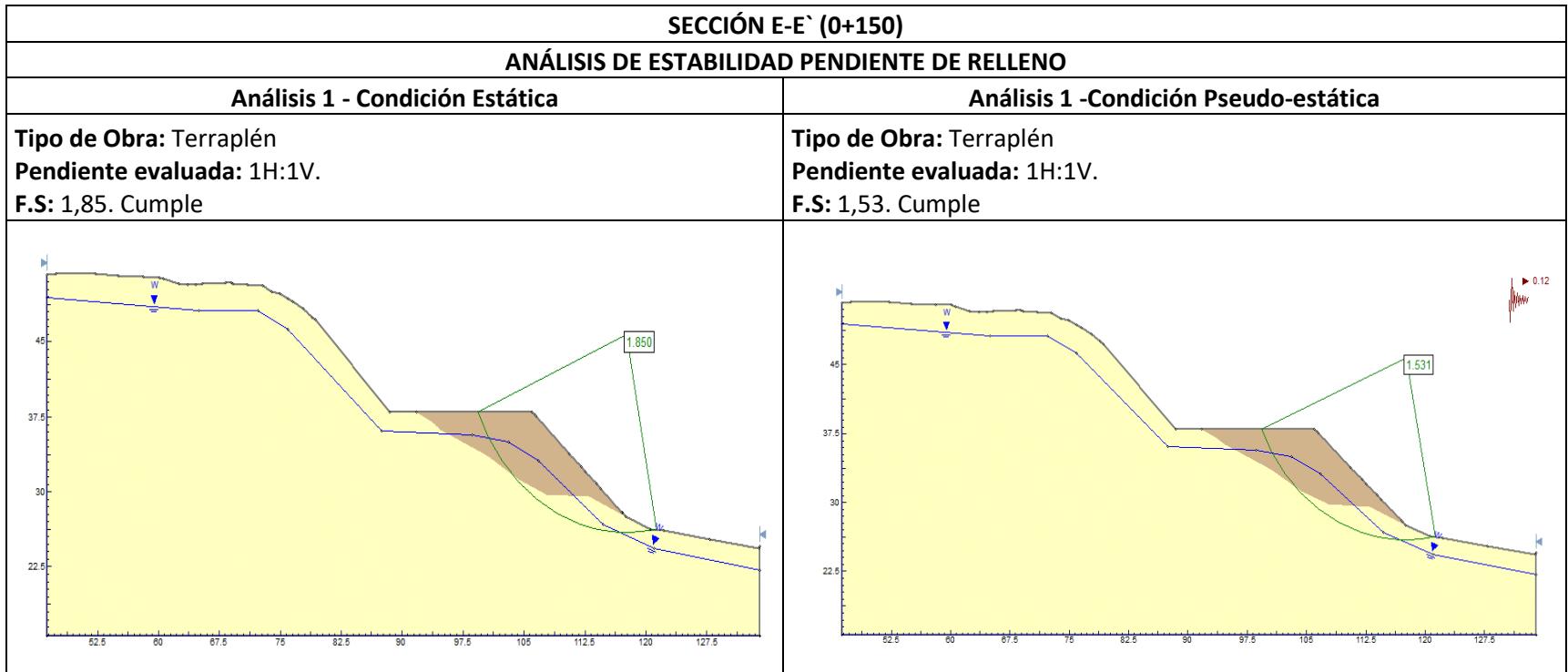


| Material Name | Color | Unit Weight (kN/m³) | Strength Type | Cohesion (kN/m²) | Phi |
|---------------|--------|---------------------|---------------|------------------|-----|
| UG02 | Yellow | 14.5 | Mohr-Coulomb | 25 | 27 |
| UG03 | Brown | 18 | Mohr-Coulomb | 30 | 33 |

- Sección E-E': 0+150

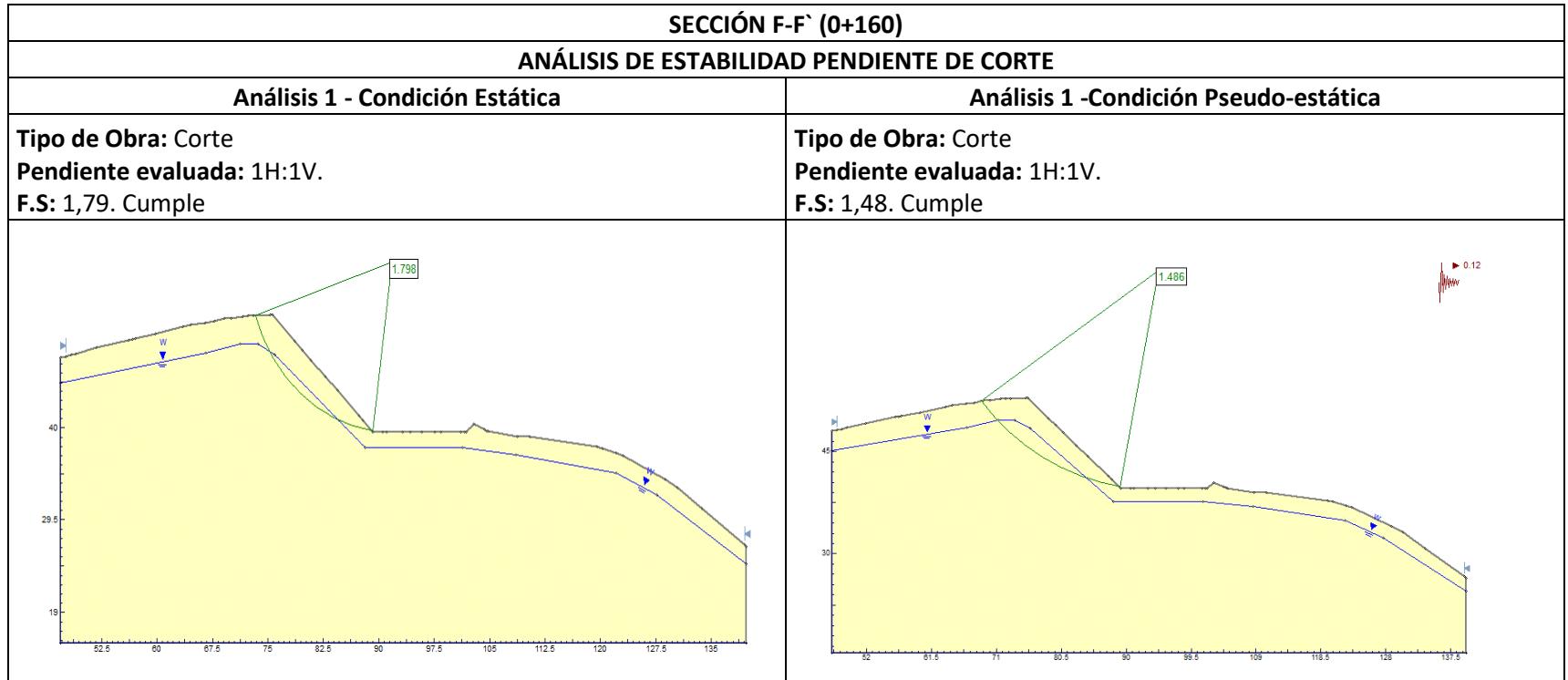


| Material Name | Color | Unit Weight (kN/m³) | Strength Type | Cohesion (kN/m²) | Phi |
|---------------|--------|---------------------|---------------|------------------|-----|
| UG02 | Yellow | 14.5 | Mohr-Coulomb | 25 | 27 |
| UG03 | Brown | 18 | Mohr-Coulomb | 30 | 33 |



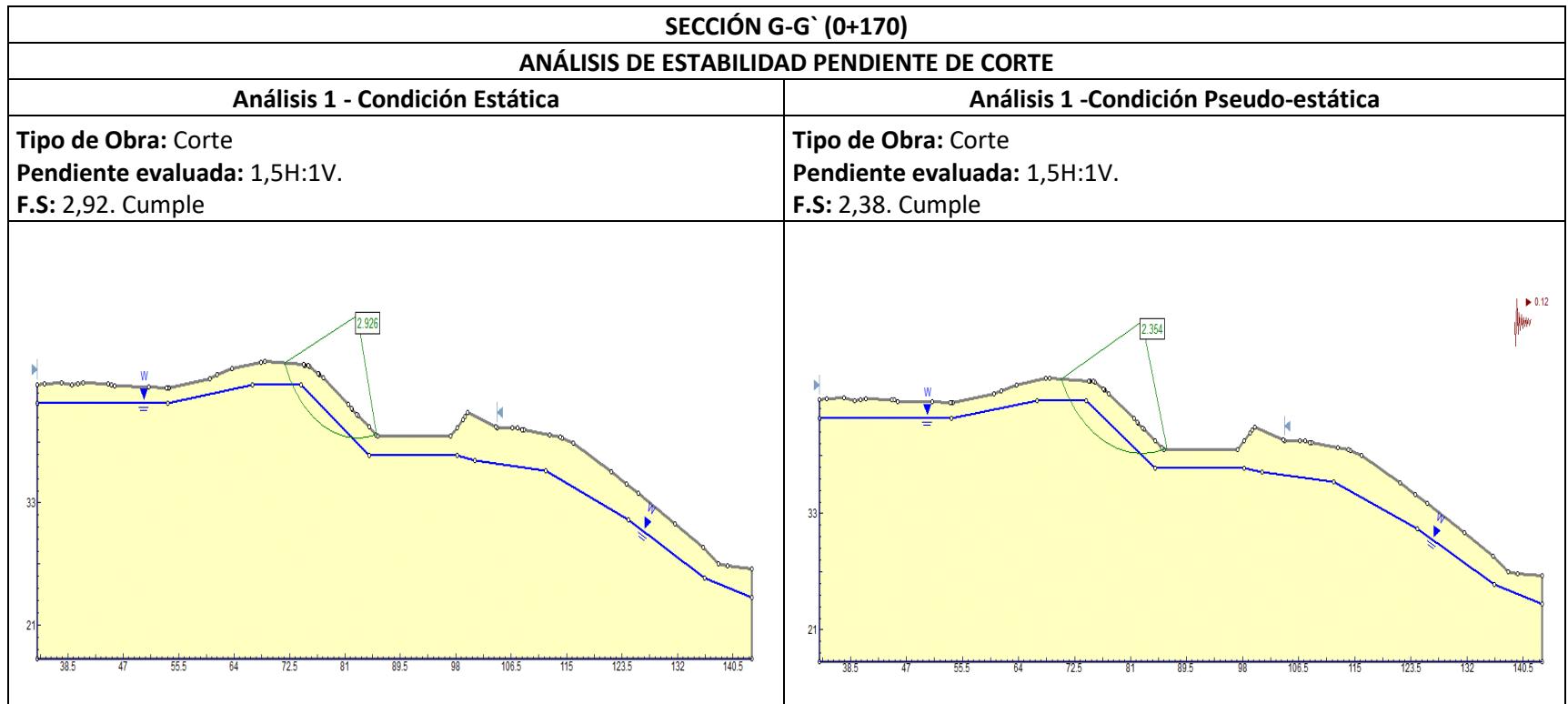
| Material Name | Color | Unit Weight (kN/m³) | Strength Type | Cohesion (kN/m²) | Phi |
|---------------|--------|---------------------|---------------|------------------|-----|
| UG02 | Yellow | 14.5 | Mohr-Coulomb | 25 | 27 |
| UG03 | Brown | 18 | Mohr-Coulomb | 30 | 33 |

- Sección F-F': 0+160

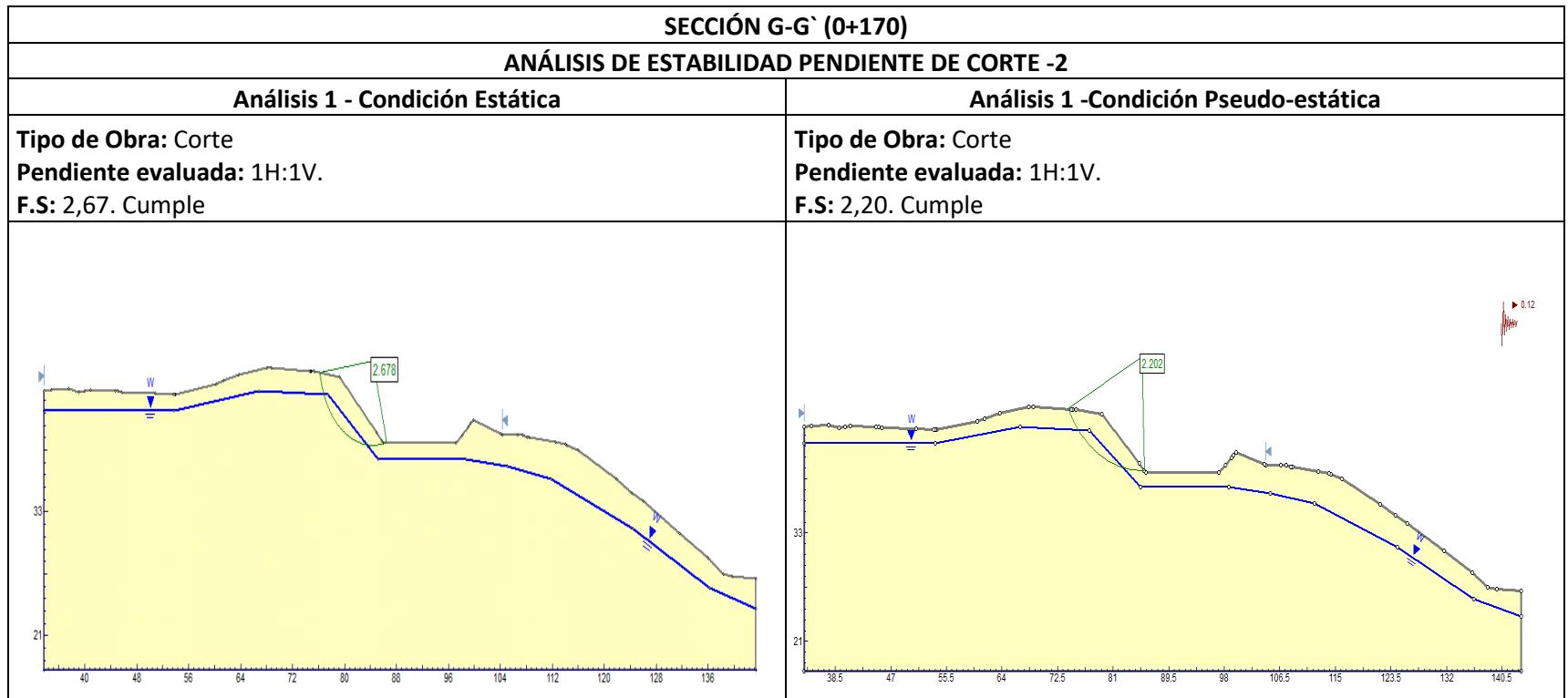


| Material Name | Color | Unit Weight (kN/m³) | Strength Type | Cohesion (kN/m²) | Phi |
|---------------|--------|---------------------|---------------|------------------|-----|
| UG02 | Yellow | 14.5 | Mohr-Coulomb | 25 | 27 |
| UG03 | Brown | 18 | Mohr-Coulomb | 30 | 33 |

- Sección G-G': 0+170



| Material Name | Color | Unit Weight (kN/m³) | Strength Type | Cohesion (kN/m²) | Phi |
|---------------|--------|---------------------|---------------|------------------|-----|
| UG02 | Yellow | 14.5 | Mohr-Coulomb | 25 | 27 |
| UG03 | Brown | 18 | Mohr-Coulomb | 30 | 33 |



| Material Name | Color | Unit Weight (kN/m³) | Strength Type | Cohesion (kN/m²) | Phi |
|---------------|--------|---------------------|---------------|------------------|-----|
| UG02 | Yellow | 14.5 | Mohr-Coulomb | 25 | 27 |
| UG03 | Brown | 18 | Mohr-Coulomb | 30 | 33 |

A partir de los chequeos de estabilidad, se recomiendan las siguientes pendientes de corte y relleno (terraplén):

Tabla N° 4. Presiones admisibles

| SECCIÓN | REFERENCIA ALINEAMIENTO | CORTE | | RELLENO | |
|---------|----------------------------|---------------------------|--|----------------------------|---------------|
| | | ALTURA DE CORTE (m) | RECOMENDACIÓN | ALTURA TERRAPLÉN (m) | RECOMENDACIÓN |
| A-A' | 0+100 | 4,34 | Talud 1H:1V | 8,72 | Talud 1H:1V |
| B-B' | 0+120 | 12,9 | Terraceo 2H:3V con berma intermedia de 2m de ancho | - | - |
| C-C' | 0+130 | 13,0 | Terraceo 2H:3V con berma intermedia de 2m de ancho | 3,3 | Talud 1H:1V |
| D-D' | 0+140 | 5,43 | Talud 1H:1V | 9,41 | Talud 1H:1V |
| E-E' | 0+150 | 8,77 | Talud 1H:1V | 10,23 | Talud 1H:1V |
| F-F' | 0+160 | 13,2 | Talud 1H:1V | - | - |
| G-G' | 0+170 | 7,0 | Talud 1H:1V | - | - |

Fuente: CEMOSA, 2020

Para los tramos donde se requieran construir las terrazas se recomienda cunetas de coronación en bermas, a cabeza de talud y a pie de talud con el objetivo de captar las aguas de escorrentía que se deben dirigir por gradiente a cuentas escalonadas. Evitando así la saturación de los taludes.

Para la cara de los taludes de corte y relleno se recomienda revegetalización como mecanismo de control de erosión.

7 CHEQUEO DE CAPACIDAD PORTANTE

Para el cálculo de la capacidad de soporte de cimentación, se ha empleado la metodología Terzaghi como fundamento teórico, obteniendo que el suelo de fundación (UG-02) a la cota prevista de cimentación (Cota 248), correspondiente a suelo cohesivo de consistencia moderadamente firme a firme, presentando las siguientes presiones máximas admisibles por sectorización.

La carga transmitida estimada por el Tanque+Domo+Agua es de 85 kN/m² (0.85 kg/cm²). Si se toma el escenario más crítico, a la cota de cimentación proyectada (Cota 248) se presenta una carga admisible de 0.78 kg/cm². Esta capacidad es cercana a la carga que tendría que soportar de la estructura. Adicionalmente, se tiene el condicionante del fabricante el cual requiere que el estrato de fundación presente una capacidad portante de 1.47 kg/cm² (147 kPa). Por lo cual se recomienda implementar 2.0 metros de mejoramiento con material selecto bajo la losa de cimentación, obteniendo un qadmisible del terreno de 1.54 kg/cm² (154 kPa).

8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente documento corresponde al informe de revisión técnica de las obras propuestas por ACCIONA para la implantación del Tanque Santa Rita como parte de la Potabilizadora Sabanitas II.

A partir de los trabajos de campo y de laboratorio, fue posible identificar la estratigrafía presente en el sitio donde se prevé la implantación del Tanque Santa Rita de la Potabilizadora de Sabanitas II.

Una vez evaluadas las recomendaciones de implantación de obras propuestas por ACCIONA, se presentan las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- Los taludes de relleno (terraplén) conformados por material selecto deben tener una pendiente mínima de 1H:1V. Para los taludes de corte se aplican recomendaciones sectorizadas, consignadas en la Tabla 4 del documento.
- Para los tramos donde se requieran construir las terrazas se recomienda cunetas de coronación en bermas, a cabeza de talud y a pie de talud con el objetivo de captar las aguas de escorrentía que se deben dirigir por gradiente a cuentas escalonadas. Evitando así la saturación de los taludes.
- Para la cara de los taludes de corte y relleno se recomienda revegetalización como mecanismo de control de erosión.
- Implementar 2.0 metros de mejoramiento con material selecto bajo la losa de cimentación, obteniendo un qadmisible del terreno de 1.54 kg/cm^2 (154 kPa).