

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

PROYECTO DE TESIS:

“MODELO DE APLICACIÓN TECNOLÓGICA PARA LA  
ESTABILIZACIÓN DE TALUDES EN LA CÁMARA DE BOMBEO  
PLUVIAL N°01 DEL HOSPITAL II-2 CESAR GARAYAR GARCIA,  
IQUITOS 2021.”

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**


AUTOR :

Br. Hugo Jeffer Sernaqué Vargas.

Br. Joyce Lloaos Nuñez Vargas.

ASESOR :

Ing. Miguel Ángel Robalino Osorio.



MIGUEL A. ROBALINO OSORIO  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 48741

Región Loreto, Perú

2021

## DEDICATORIA

A mis padres, Don Hugo Sernaqué Prado y Doña Jenny Vargas Álvarez, que son responsables directos de mi formación personal. Es preciso destacar que fueron quienes me inculcaron buenos valores y me enseñaron a no desistir frente circunstancias adversas de la vida.

Hugo Sernaqué Vargas.

El presente trabajo de investigación, en primer lugar, está dedicado a Dios por haberme dado vida, salud y sabiduría a lo largo del estudio de mi carrera profesional. Asimismo, a mis padres, por siempre haberme acompañado y apoyado incondicionalmente sin importarles las diferencias de opiniones que hubiésemos podido tener. Y finalmente, a mi hermano, amigos, compañeros y a todas las personas que siempre me brindaron su apoyo, impidiendo desfallecer en este último eslabón de mi carrera profesional, ya sea por medio de una palabra de aliento o del compartir de sus conocimientos.

Joyce Llolaos Nuñez Vargas

## AGRADECIMIENTO

Agradezco Dios, por otorgarme salud y colmar mi vida de bendiciones, a la Universidad Científica del Perú y con más ímpetu a la Facultad de Ciencias e ingeniería de tan prestigiosa casa de estudio superior. Mi magna gratitud a mi asesor el Ingeniero Civil Miguel Ángel Robalino Osorio, por su adiestramiento y capacitaciones impartidas de manera altruista, a mis ascendientes, por las correcciones de mi padre, Don Hugo Sernaqué Prado y las enseñanzas de mi madre, Doña Jenny Vargas Álvarez.

Hugo Sernaqué Vargas.

Quisiera agradecer ante todo a Dios por guiarme en cada paso a lo largo de mi formación no solo personal sino profesional. También, a mi universidad por permitirme convertirme en un profesional en lo que tanto me apasiona. Asimismo, a cada maestro que hizo parte de este proceso de formación integral, el camino para llegar a este momento no fue fácil, pero gracias a todos sus conocimientos puedo encontrarme en este punto e indudablemente quisiera agradecer a mis padres, hermano y amigos porque cada uno de ellos aportó un gran porcentaje para seguir adelante en mi carrera profesional, no solo con sus sabidurías sino con su apoyo y amor incondicional.

Joyce Llolaos Nuñez Vargas

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

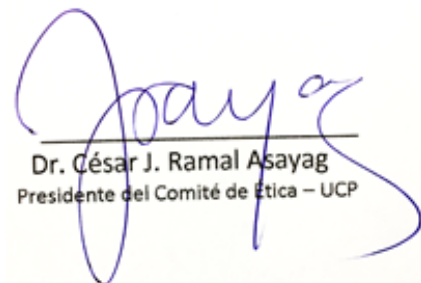
La Tesis titulada:

**“MODELO DE APLICACIÓN TECNOLÓGICA PARA LA ESTABILIZACIÓN DE  
TALUDES EN LA CÁMARA DE BOMBEO PLUVIAL Nº01 DEL HOSPITAL II-2  
CESAR GARAYAR GARCIA, IQUITOS 2021”**

De los alumnos: **HUGO JEFFER SERNAQUÉ VARGAS Y JOYCE LLOLAOS NUÑEZ  
VARGAS**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la  
revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **8% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que  
estime conveniente.

San Juan, 07 de Marzo del 2022.














Dr. César J. Ramal Asayag  
Presidente del Comité de Ética – UCP

## Document Information

<b>Analyzed document</b>	UCP_INGENIERIA_2021_TESIS_HUGOSERNAQUE_JOYCENUÑEZ_V1.pdf (D129448198)
<b>Submitted</b>	2022-03-04T17:20:00.0000000
<b>Submitted by</b>	Comisión Antiplagio
<b>Submitter email</b>	revision.antiplagio@ucp.edu.pe
<b>Similarity</b>	8%
<b>Analysis address</b>	revision.antiplagio.ucp@analysis.urkund.com

## Sources included in the report

	<b>Universidad Científica del Perú / UCP_INGENIERÍACIVIL_2021_TRABAJODEINVESTIGACIÓN_HUGOSERNAQUÉ_MOISES ALVÁN_JOSE CASTILLO_STEFHANOSINARAHUA_V1.pdf</b>		
<b>SA</b>	Document UCP_INGENIERÍACIVIL_2021_TRABAJODEINVESTIGACIÓN_HUGOSERNAQUÉ_MOISES ALVÁN_JOSE CASTILLO_STEFHANOSINARAHUA_V1.pdf (D100322784) Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.urkund.com		21
<b>SA</b>	<b>Tesis de Grado para imprimir.docx</b> Document Tesis de Grado para imprimir.docx (D10676538)		1
<b>SA</b>	<b>Tesis_SalvatierraTorres Final.docx</b> Document Tesis_SalvatierraTorres Final.docx (D115897398)		1
<b>SA</b>	<b>TESIS-IMPRIMIR-LISTO.pdf</b> Document TESIS-IMPRIMIR-LISTO.pdf (D54658114)		3
<b>SA</b>	<b>Tesis A Curipoma.pdf</b> Document Tesis A Curipoma.pdf (D29981802)		10
<b>SA</b>	<b>Tesis R. Jiménez.docx</b> Document Tesis R. Jiménez.docx (D112719181)		1
<b>SA</b>	<b>Tesis. Pablo Jiménez V.docx</b> Document Tesis. Pablo Jiménez V.docx (D127365364)		1
<b>SA</b>	<b>Tesis Loor &amp; Pérez - UPSE.docx</b> Document Tesis Loor & Pérez - UPSE.docx (D24022512)		5
<b>SA</b>	<b>1153-YALAN LEON, NEIL MELVIN STUART[OCR].pdf</b> Document 1153-YALAN LEON, NEIL MELVIN STUART[OCR].pdf (D31995292)		2
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.lefthandfastener.com/collections/all-products/1-2-20-x-2-1-2">https://www.lefthandfastener.com/collections/all-products/1-2-20-x-2-1-2</a> Fetched: 2021-12-13T11:26:40.7370000		1
<b>SA</b>	<b>TRABAJO DE TITULACIÓN VERSIÓN FINAL - ANGEL ADRIAN GARCÍA LÓPEZ.pdf</b>		1

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

### FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N°024-2020-UCP-FCEI de fecha 31 de enero del 2020 y modificada con Resolución Decanal N°151-2021-UCP-FCEI de fecha 31 de marzo de 2021 la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- |                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| • Ing. Felix Wong Ramírez, M. Sc.     | Presidente |
| • Lic. Nerea Gallardo Sánchez, Mg.    | Miembro    |
| • Ing. Liliana Bautista Serpa, M. Sc. | Miembro    |

Como Asesor: **Ing. Miguel Ángel Robalino Osorio**

En la ciudad de Iquitos, siendo las 13:00 horas del día 02 de mayo del 2022, a través de la plataforma ZOOM supervisado en línea por el Secretario Académico del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Científica del Perú, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **“MODELO DE APLICACIÓN TECNOLÓGICA PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES EN LA CAMARA DE BOMBEO PLUVIAL N°01 DEL HOSPITAL II-2 CESAR GARAYAR GARCIA, IQUITOS, 2021”**.

Presentado por los sustentantes:

**HUGO JEFFER SERNAQUÉ VARGAS**  
**y**  
**JOYCE LLOLAOS NUÑEZ VARGAS**

Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

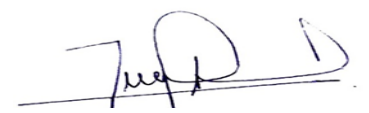
Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS**  
El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **APROBADA POR UNANIMIDAD**

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.



Miembro



Presidente



Miembro

## ÍNDICE CAPITULAR

<b>CAPÍTULO 1. DATOS GENERALES.....</b>	<b>3</b>
1.1. TÍTULO .....	3
1.2. ÁREA Y LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.2.1. <i>Área</i> .....	3
1.2.2. <i>Línea</i> .....	3
1.3. AUTOR .....	3
1.4. COLABORADORES .....	3
1.4.1. <i>Instituciones</i> .....	3
1.5. DURACIÓN ESTIMADA DE LA EJECUCIÓN.....	3
1.6. FUENTES DE FINANCIAMIENTO .....	3
1.6.1. <i>Recursos Propios</i> .....	3
1.6.2. <i>Recursos Externos en Gestión</i> .....	3
1.7. PRESUPUESTO ESTIMADO .....	3
<b>CAPÍTULO 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>4</b>
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	4
<i>Contextualización</i> .....	4
<i>Análisis crítico</i> .....	5
<i>Prognosis</i> .....	6
2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	6
2.2.1. <i>Problema General</i> .....	6
2.2.2. <i>Problema Específico (Preguntas Directrices)</i> .....	6
2.3. OBJETIVOS .....	7
2.3.1. <i>Objetivo General</i> .....	7
2.3.2. <i>Objetivo Específico</i> .....	7
2.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
2.5. HIPÓTESIS .....	9
2.6. VARIABLES, INDICADORES .....	9
2.6.1. <i>Variable Independiente</i> .....	9
2.6.2. <i>Variable Dependiente</i> .....	9
2.6.3. <i>Indicadores</i> .....	10
<b>CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....</b>	<b>11</b>
3.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	11
3.1.1. <i>Antecedentes Nacionales:</i> .....	11
3.1.2. <i>Antecedentes Internacionales:</i> .....	37
3.1.3. <i>Antecedentes Complementarios:</i> .....	52
3.2. BASES TEÓRICAS .....	63
<b>CAPÍTULO 4. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>86</b>
4.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	86
4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	86
4.2.1. <i>Población</i> .....	86
4.2.2. <i>Muestra</i> .....	87
4.3. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	87
4.3.1. <i>Técnicas de Recolección de Datos</i> .....	87
4.3.2. <i>Instrumentos de Recolección de Datos</i> .....	87
4.3.3. <i>Procedimiento de Recolección de Datos</i> .....	88
4.4. PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	88

<b>CAPÍTULO 5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS VISITAS DE CAMPO.....</b>	<b>89</b>
5.1. ANÁLISIS DE LOS TALUDES DESESTABILIZADOS .....	89
<b>CAPÍTULO 6. PROPUESTA.....</b>	<b>93</b>
6.1. DATOS INFORMATIVOS. ....	93
6.1.1. Ubicación del área del proyecto. ....	93
6.1.2. Información proporcionada por el contratista. ....	93
6.1.3. Descripción de la excavación. ....	95
6.2. ESTUDIO DE SUELOS. ....	102
6.3. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA. ....	108
6.4. SUSTENTO DEL DESARROLLO DEL TRABAJO DE CAMPO. ....	109
6.5. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD. ....	121
6.5.1 Cálculos Justificativos.....	121
6.6. PROCEDIMIENTO DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES. ....	138
<b>CAPÍTULO 7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>140</b>
7.1. ANÁLISIS DE LOS TALUDES DESESTABILIZADOS. ....	140
7.1.1 Características geotécnicas de los taludes.....	140
7.1.2 Estabilidad global de los taludes.....	141
7.1.3 Tipología de la inestabilidad .....	142
7.1.4 Mecanismo de estabilización .....	142
7.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN. ....	143
7.3. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	144
7.4. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DEL MODELO. ....	144
7.5. METODOLOGÍA. ....	181
7.5.1 Diagrama de flujo. ....	181
<b>CAPÍTULO 7. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>182</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>184</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. ....</b>	<b>186</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>188</b>
<b>ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA .....</b>	<b>188</b>
<b>ANEXO 02: PLANOS DE LA PROPUESTA.....</b>	<b>189</b>



## ÍNDICE DE CUADROS O TABLAS.

Tabla 01 Tablas de Resumen del Cálculo de Movimiento de Tierra.....	101
Tabla 02 Resumen de resultados de exploración SPT - N°03.....	140
Tabla 03 Factor de seguridad de los taludes en sus condiciones iniciales.....	141
Tabla 04 Factor de seguridad de los taludes estabilizados.....	143
Tabla 05 Cuadro comparativo de presupuestos.....	170
Tabla 06 Cuadro comparativo de presupuesto desagregado.....	174

## ÍNDICE DE FIGURAS.

Foto 01 - Excavaciones iniciales, colindantes a la parroquia.....	90
Foto 02 - Entibado utilizado inicialmente para la contención del talud.....	90
Foto 03 - Excavación profunda donde se aprecia el suelo con sus propiedades alteradas a causa de precipitaciones pluviales y o presencia de agua subterránea.....	91
Foto 04 - Entibado que dificultaría trabajos posteriores durante la construcción de la cámara de bombeo pluvial.....	92
Foto 05 - Edificación adyacente que puede ser afectada con la falla del talud.....	92
Foto 06 Conjunto de fotos que muestran la situación inicial de los taludes en estudio.....	94
Foto 07 Estado inicial del Plano de falla 1.....	123
Foto 08 Plano de falla 1 estabilizado con el modelo propuesto.....	125
Foto 09 Estado inicial del Plano de falla 2.....	127
Foto 10 Plano de falla 2 estabilizado con el modelo propuesto.....	129
Foto 11 Estado inicial del Plano de falla 3.....	131
Foto 12 Plano de falla 3 estabilizado con el modelo propuesto.....	133
Foto 13 Estado inicial del Plano de falla 4.....	135
Foto 14 Plano de falla 4 estabilizado con el modelo propuesto.....	137

## ÍNDICE DE GRÁFICOS.

Gráfico 1 Esquema de ubicación (a), Plano de distribución (b).....	96
Gráfico 2 Perfil de la cámara de bombeo pluvia.....	97
Gráfico 3 Curvas de nivel de la zona en estudio.....	98
Gráfico 4 Corte 1 en plano de curvas de nivel.....	99
Gráfico 5 Corte 2 en plano de curvas de nivel.....	100
Gráfico 6 Perfil Estratigráfico SPT 1.....	102
Gráfico 7 Perfil Estratigráfico SPT 2.....	103
Gráfico 8 Perfil Estratigráfico SPT 3.....	104
Gráfico 9 Perfil Estratigráfico SPT 4.....	105
Gráfico 10 Perfil Estratigráfico SPT 5.....	106
Gráfico 11 Perfil Estratigráfico SPT 6.....	107
Gráfico 12 Hoja de control de ensayo en campo - SPT 1.....	110
Gráfico 13 Hoja de control de ensayo en campo - SPT 2.....	112
Gráfico 14 Hoja de control de ensayo en campo - SPT 3.....	114
Gráfico 15 Hoja de control de ensayo en campo - SPT 4.....	116
Gráfico 16 Hoja de control de ensayo en campo - SPT 5.....	118
Gráfico 17 Hoja de control de ensayo en campo - SPT 6.....	120
Gráfico 18 Calculo del FS del talud en su estado natural- Plano de falla 1.....	122
Gráfico 19 Calculo del FS del talud estabilizado - Plano de falla 1.....	124
Gráfico 20 Calculo del FS del talud en su estado natural- Plano de falla 2.....	126
Gráfico 21 Calculo del FS del talud estabilizado - Plano de falla 2.....	128
Gráfico 22 Calculo del FS del talud en su estado natural- Plano de falla 3.....	130
Gráfico 23 Calculo del FS del talud estabilizado - Plano de falla 3.....	132
Gráfico 24 Calculo del FS del talud estabilizado - Plano de falla 4.....	134
Gráfico 25 Calculo del FS del talud en su estado natural- Plano de falla 4.....	136
Gráfico 26 Diagrama de barras comparativo de los presupuestos entre el método convencional y el modelo propuesto.....	171
Gráfico 27 Diagrama de barras comparativo de las partidas entre el método convencional y el modelo propuesto.....	172
Gráfico 28 Presupuesto construcción de muro de contención.....	173
Gráfico 29 Presupuesto de estabilización de talud con el modelo propuesto.....	173
Gráfico 30 Diagrama de barras de los recursos, comparativo entre método convencional y el modelo propuesto.....	174
Gráfico 31 Lista de insumos de muro de contención para la estabilización de taludes.....	176
Gráfico 32 Lista de insumos del modelo propuesto para la estabilización de taludes.....	177
Gráfico 33 Diagrama Gantt Construcción de muro de contención para la estabilización de taludes.....	178
Gráfico 34 Diagrama Gantt del modelo propuesto para la estabilización de taludes.....	179
Gráfico 35 Diagrama de flujo para la resolución de la Hipótesis.....	181

## RESUMEN

El siguiente estudio permitió elaborar un modelo de aplicación tecnológica para estabilizar los taludes generados al momento de iniciar la construcción de la cámara de bombeo pluvial N°01 del Hospital II-2 Cesar Garayar García-Iquitos, la existencia de una potencial falla hizo de que los trabajos que se venían ejecutando sean suspendidos hasta garantizar la estabilidad de los taludes, para conseguir este objetivo inicialmente se realizó una inspección visual, posteriormente se calculó el factor de seguridad de los taludes en estado natural, utilizando como datos geotécnicos las propiedades del suelo de fundación obtenidos mediante los ensayos de SPT. El cálculo del factor de seguridad se obtuvo utilizando el método de las dovelas con infiltración establecida, esto debido a que en la zona de estudio se cuentan con suelos tropicales, se analizaron tres posibles planos de fallas dando como resultados factores de seguridad menores a 1.00 lo que según el Reglamento Nacional de Edificaciones (E050-art. 30) nos indica un factor de seguridad inferior al mínimo recomendado en condiciones estáticas, posteriormente se evaluaron las muestras en estudio pero esta vez considerando el modelo propuesto que consiste en estabilizar los taludes utilizando pilotes de acero estructural y malla metálicas, obteniendo como resultados factores de seguridad mayores a 4.00 que indican estabilidad en los taludes, siendo valores aceptados según norma.

Además de acuerdo al estudio de factibilidad elaborado en el presente trabajo, tenemos una factibilidad económica de 36.02% utilizando el modelo propuesto en el proyecto. Este porcentaje de rentabilidad supera las otras alternativas convencionales por lo que desde esta perspectiva el modelo es factible.

**Palabras Clave:** Estabilización de taludes, Factor de seguridad, Pilotes, Mallas metálicas.

## **ABSTRACT.**

The following study made it possible to develop a model of technological application to stabilize the slopes generated at starting time the construction of the rain pumping chamber N° 01 of Hospital II-2 Cesar Garayar García-Iquitos, the existence of a potential failure caused the work that had been carried out to be suspended until stability of the slopes was guaranteed. In order to achieve this objective, a visual inspection was initially carried out, later the safety factor of the slopes in their natural state was calculated. Using as geotechnical data the properties of the foundation soil obtained through the SPT tests.

The calculation of the safety factor was obtained using the method of segments with established infiltration, this due to the fact that in the study area there are tropical soils, three possible fault planes were analyzed, resulting in safety factors of less than 1.00 lo that according to the norm indicates slope instability and that it is incipient to failure, the study samples were subsequently evaluated but this time considering the proposed model that consists of stabilizing the slopes using structural steel piles and metal mesh, obtaining factors as results of security greater than 4.00 that indicate stability in the slopes, being values accepted according to norm.

In addition, according to the feasibility study prepared in this work, we have an economic feasibility of 36.02% using the model proposed in the project. This percentage of profitability exceeds the other conventional alternatives, so from this perspective the model is feasible.

**Key Word:** Slope stabilization, Safety factor, Piles, Metallic meshes.

## **Capítulo 1. Datos Generales**

### **1.1. Título**

“Modelo de aplicación tecnológica para la estabilización de taludes en la cámara de bombeo pluvial N°01 del Hospital II-2 Cesar Garayar García, Iquitos 2021.”

### **1.2. Área y Línea de Investigación**

#### **1.2.1. Área**

Ingeniería y Tecnología.

#### **1.2.2. Línea**

Ingeniería de los materiales y construcción de infraestructuras.

### **1.3. Autor**

Bach. Sernaqué Vargas Hugo Jeffer.  
Bach. Nuñez Vargas Joyce Lloaos.

### **1.4. Colaboradores**

#### **1.4.1. Instituciones**

Universidad Científica del Perú.

### **1.5. Duración estimada de la Ejecución**

Un año y tres meses.

### **1.6. Fuentes de Financiamiento**

#### **1.6.1. Recursos Propios**

Recursos propios de los investigadores.

#### **1.6.2. Recursos Externos en Gestión**

Recursos en gestión por parte del Hospital II-2 Cesar Garayar García.

### **1.7. Presupuesto Estimado**

S/29,570.00

## **Capítulo 2. Planteamiento del problema.**

### **2.1. Descripción del Problema**

#### ***Contextualización***

Cuando se necesita ejecutar la construcción de una infraestructura u obra vial de comunicación en un lugar donde existen laderas o se generarán taludes, es necesario evaluar la estabilidad del talud y porfiar con más énfasis en este si las condiciones son visiblemente desfavorables o ponen en riesgo la vida de algún trabajador durante la ejecución del trabajo.

Desde tiempos remotos, en todo el mundo, la industria de la construcción ha sido uno de los principales protagonistas en el desarrollo de un país, siendo causa de primer orden el moderno desarrollo de las principales vías de comunicación como las ferrocarriles, carreteras y caminos. En este contexto para tratar con unos de los procesos geológicos más destructores, cumplen un papel importante los ingenieros civiles, debido a que buscando solucionar el problema de deslizamientos de taludes se ven obligados a ingeniarse métodos innovadores y confiables que puedan garantizar el correcto funcionamiento de la infraestructura.

En Sudamérica, estudiosos de los taludes, han innovado métodos prácticos para dar solución a los problemas de inestabilidad de taludes y laderas. Mientras que otros presentaron algunos softwares que siguiendo determinadas reglas nos facilitan el análisis y nos proporcionan un diagnóstico del talud, mismos que requieren un correcto criterio para su uso.

En el Perú, cuando los ingenieros civiles enfrentan, durante la etapa de ejecución de un proyecto, el problema de inestabilidad de taludes, optan por la construcción de muros de contención, la aplicación de geotextiles y en algunos casos la inyección de diversos productos químicos para estabilizar el talud, y de esta manera garantizar la vida útil de la infraestructura.

## **Análisis crítico**

En distintas localidades del departamento de Loreto, las técnicas convencionales de estabilización de taludes, muchas veces no suelen ser una alternativa viable al momento de efectuar un diseño de estabilización y esto se debe a distintos factores como el tipo de suelo, condiciones del clima, etc.

Sin embargo, uno de los factores más importantes a considerar es el control de las aguas superficiales y subterráneas que son los que vienen siendo los principales agentes desestabilizadores.

En Iquitos, debido a la poca importancia que se le da al control de estabilidad de taludes durante la ejecución de un proyecto, son más las probabilidades de que ocurra un evento potencialmente desastroso generando pérdidas tanto económicas y en algunos casos hasta de vidas.

Un caso particular, son los taludes generados durante la construcción de la Cámara De Bombeo Pluvial N°01, dentro de las instalaciones de la obra “MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL II-2 CESAR GARAYAR GARCIA, DISTRITO DE IQUITOS, PROVINCIA DE MAYNAS, DPTO. LORETO”, donde los trabajos de excavación se han venido desarrollando con dificultad, presentando derrumbes por planos de falla considerables, además de verificarse que el entibado con el cual pretendían estabilizar el talud no brindaba la garantía necesaria para continuar con los trabajos dentro de la excavación.

Adyacente a la zona de excavación se encuentra la Parroquia Santo Cristo de Bagazán, donde existe la posibilidad que los constantes deslizamientos de masas de suelo del talud influyan de manera negativa sobre los cimientos de dicha estructura ocasionando un colapso inminente.

## **Prognosis**

Unas de las principales causas de estos acontecimientos en esta obra es el desconocimiento de los procesos adecuados para realizar trabajos de estabilización de taludes en suelos tropicales, ya que estos son más susceptibles y más aún si no se presta la suficiente atención en los siguientes factores: topografía, litología, estructura geológica, presión de poros, control de aguas superficiales, control de aguas subterráneas, etc.

Este fenómeno natural si no es controlado adecuadamente tiene como consecuencia una mayor amenaza que se proyecta en pérdida de vidas, así como en cuantiosas pérdidas económicas.

## **2.2. Formulación del Problema**

### **2.2.1. Problema General**

¿Cuál es el modelo de aplicación tecnológica para la estabilización de taludes en la cámara de bombeo pluvial N°01 del Hospital II-2 Cesar Garayar García-Iquitos?

### **2.2.2. Problema Específico (Preguntas Directrices)**

¿Cómo emplear las mallas metálicas y pilotes de acero estructural en el diseño de taludes en la cámara de bombeo pluvial N°01 del Hospital II-2 Cesar Garayar García-Iquitos?

¿Cómo obtener los parámetros del suelo, esfuerzo al corte y ángulo de fricción, utilizando correlación con los resultados del ensayo de penetración estándar (SPT)?

¿Cuál es el valor aceptable para el factor de seguridad en el diagnóstico de estabilidad de los taludes en la cámara de bombeo pluvial N°01 del Hospital II-2 Cesar Garayar García-Iquitos, si se emplea el modelo propuesto?



¿Es viable económicamente el modelo de aplicación tecnológica para la estabilización de taludes en la cámara de bombeo pluvial N°01 del Hospital II-2 Cesar Garayar García-Iquitos?

¿Cómo se puede reducir el riesgo de deslizamiento producido por pequeños planos de falla en los taludes en la cámara de bombeo pluvial N°01 del Hospital II-2 Cesar Garayar García-Iquitos?

## **2.3. Objetivos**

### **2.3.1. Objetivo General**

Elaborar un modelo de aplicación tecnológica para la estabilización de taludes en la cámara de bombeo pluvial N°01 del Hospital II-2 Cesar Garayar García-Iquitos.

### **2.3.2. Objetivo Específico**

Emplear mallas metálicas y pilotes de acero estructural en el diseño de taludes en la cámara de bombeo pluvial N°01 del Hospital II-2 Cesar Garayar García-Iquitos.

Obtener los parámetros del suelo, esfuerzo al corte y ángulo de fricción, utilizando correlación con los resultados del ensayo de penetración estándar (SPT) en la cámara de bombeo pluvial N°01 del Hospital II-2 Cesar Garayar García-Iquitos.

Determinar cuál es el valor aceptable para el factor de seguridad en el diagnóstico de estabilidad de los taludes en la cámara de bombeo pluvial N°01 del Hospital II-2 Cesar Garayar-Iquitos.

Demostrar la viabilidad económica del modelo de aplicación tecnológica para la estabilización de taludes en la cámara de bombeo pluvial N°01 del Hospital II-2 Cesar Garayar García-Iquitos.

Establecer como reducir el riesgo de deslizamiento producido por pequeños planos de falla en los taludes en la cámara de bombeo pluvial N°01 del Hospital II-2 Cesar Garayar García.

#### **2.4. Justificación de la investigación**

Debido a los problemas de estabilización de taludes producidos durante el proceso de construcción de una obra o durante su tiempo de vida útil, se propone un modelo de aplicación tecnológica el cual consiste en el uso de mallas metálicas y pilotes de acero estructural los mismo que con un adecuado diseño practico pueden aportar resistencia y mejorar considerablemente la estabilidad del talud.

El modelo propuesto se evaluará mediante el método de las dovelas el cual es considerado un método practico que te permite agilizar los cálculos al momento de evaluar el factor de seguridad de un talud, esto se piensa realizar con el software "Excel" con la finalidad de programar una hoja de cálculo que pueda ser de gran utilidad en la práctica profesional.

Para el análisis de estabilidad de un talud existen varios métodos como lo son: Jabú, Spencer, Equilibrio limite, métodos numéricos, aplicaciones de softwares, etc. Lo cual demanda de un criterio especializado para su correcta aplicación; En este trabajo se plantea un modelo de estabilización de talud el cual puede resultar viable tanto económicamente como en su aplicación, esto se debe a que se propone utilizar materiales al alcance inmediato de los solicitantes como lo son las mallas metálicas y pilotes de acero estructural el cual puede resolver el problema de inestabilidad de

talud usando un método práctico y optimizando los recursos durante la ejecución del trabajo.

Este estudio surge ante la necesidad de encontrar una alternativa técnica para garantizar la estabilidad de un talud de una manera práctica en nuestros suelos tropicales controlando los micro planos de falla que se puedan suscitar durante la vida útil del mismo.

## **2.5. Hipótesis**

El modelo de aplicación tecnológica propuesto es apropiado para la estabilización de taludes en la cámara de bombeo pluvial N°01 del Hospital II-2 Cesar Garayar García-Iquitos.

## **2.6. Variables, Indicadores**

### **2.6.1. Variable Independiente**

Modelo de aplicación tecnológica para la estabilización de taludes en la cámara de bombeo pluvial N°01 del Hospital II-2 Cesar Garayar García-Iquitos.

### **2.6.2. Variable Dependiente**

Estabilidad de los taludes.

### 2.6.3. Indicadores

Variables	Definición conceptual	Indicadores
<p>Modelo de aplicación tecnológica para la estabilización de taludes en la cámara de bombeo pluvial N°01 del Hospital II-2 Cesar Garayar García-Iquitos.</p>	<p>Procedimientos o reglas que se deben de tener en cuenta para poder alcanzar el objetivo</p>	Buen manejo de los conceptos teóricos.
		Buenos aportes con base científica.
		Dominio de los datos obtenidos.
		Conoce las partes de un estudio de mecánica de suelos.
		Reconoce la importancia de un diagnóstico de talud.
<p>Estabilidad de los taludes</p>	<p>Estado de equilibrio entre las fuerzas actuantes y las fuerzas resistentes en un talud.</p>	Procesamiento adecuado de los datos.
		Aplica sus conocimientos correctamente.
		Utiliza datos reales obtenidos en campo.
		Considera el tiempo de vida útil de la estructura.
		Realiza con ética todas sus actividades.

## Capítulo 3. Marco teórico Referencial

### 3.1. Antecedentes del Estudio

#### 3.1.1. Antecedentes Nacionales:

En el año 2017 fue presentado en la facultad de ingeniería de la Universidad Nacional Del Centro del Perú, la tesis titulada **“ANÁLISIS PARA ESTABILIDAD DE TALUDES EN ROCA UTILIZANDO MALLAS GALVANIZADAS ANCLADAS, CIUDAD NUEVA FUERABAMBAAPURIMAC”** presentado por el Bach. Alan Alex Saenz Serpa.

En los análisis de los taludes de roca, las inestabilidades están presentes debidos a las características geomecánicas del macizo rocoso, al estado de conservación del propio talud y a las condiciones de penetración del agua. Diferentes tipos de roturas están condicionados por el grado de fracturación del macizo rocoso y por la orientación y distribución de discontinuidades con respecto al talud, quedando propensa la inestabilidad de los parámetros resistentes de las discontinuidades y de la matriz rocosa. El objetivo de la investigación es identificar, controlar y corregir los elementos que pueden ser inestables en un talud rocoso. Por el cual se tomó la muestra de un sector del talud que comprende desde la P.K 0+000 – P.K. 0+340, el cual se sectorizo a través de 3 secciones transversales, que a la vez han sido identificados y evaluados con 84 estaciones de mapeos geomecánicas en el sector Sur. (1, p. xvi)

Se realizaron tomas de muestras en campo, mapeos geomecánicos, identificación de tipo de rocas, ensayos de laboratorio, determinación de la compresión uniaxial de la roca, cálculos de cohesión, fricción y RMR; para así optar prevenir la caída de bloques sueltos mediante medidas de estabilidad. (1, p. xvi)

Al realizar el análisis para la estabilidad de taludes usando mallas galvanizadas ancladas ha sido determinantes y óptimos en los modelos comparativos resultando F.S. mayores 1.5 que son los mínimos permitidos según la Norma E050 de suelos y cimentaciones y que a la vez los cálculos se han realizado para condiciones estáticas (sin sismo) y para condiciones Pseudoestáticas (con sismo), considerando aceleración de diseño 0.15 g, que corresponde al 50% del valor de la aceleración máxima 0.30 g, indicada para la Zona del Proyecto en la Norma E030 "Diseño Sismorresistente". Utilizando las mallas galvanizadas ancladas se pudo determinar una mejor estabilidad de taludes rocosos a largo plazo bajo los parámetros sísmicos y así obtener resultados de factores de seguridad con los métodos globales como son: F.S = 2.5 sin aceleración sísmica y F.S = 1.9 con aceleración sísmica, ya que con la utilización de mallas galvanizadas y pernos de anclaje valores por encima a F.S = 5.24 (con sismo y con refuerzo).(1, p. xvi)

### **Conclusiones:**

- En el análisis para la estabilidad de taludes en roca, con el diseño del uso de las mallas galvanizadas ancladas se influye considerablemente para garantizar la estabilidad de taludes, ya que con este tipo de sostenimiento se garantiza el Factor de Seguridad del talud que sobrepasa los F.S.= 1.25 (con aceleración sísmica) y F.S.= 1.50 (sin aceleración sísmica), el cual garantiza la estabilidad a largo plazo del talud, que han sido demostrados con los análisis y cálculos en cada estaciones geomecánicas del talud.(1, p. 133)
- Al evaluar y analizar los cálculos de diseño del talud, se pudo comprobar el análisis de estabilidad de taludes con métodos de equilibrio límite entre exactos y no exactos, ya que se demostraron los análisis con los métodos exactos,

debido a que las rocas solo presentan 3 tipos de fallas que son; falla planar, falla por cuña y falla por volteo; donde se pudieron determinar los factores de seguridad que muestran buena resistencia con los diseños geométricos y geotécnicos de todo talud rocoso y alcanzando valores por encima de 1.90 incluidos factores de sismo. (1, p. 133)

- Los resultados de cada mapeo geo mecánico realizados al talud rocoso desde la progresiva P.K. 0+000 – P.K 0+340, nos permitió determinar la estructura que presentan las rocas es complicada, ya que bajo su apariencia sólida y homogénea se esconden anisotropías originadas por grietas, planos de fractura o estratificación, diaclasas y plegamientos que hacen que su comportamiento mecánico no sea el esperado a primera vista. Además, cuan variable son los estratos compuestos en el macizo y las discontinuidades de las rocas los cuales generan posibles fallas y desprendimiento de rocas que provocan inestabilidades constantes en los taludes. La variación entre los valores del Factor de Seguridad, expresa también la diferencia de calidad entre los materiales evaluados, observados por la comparación de la resistencia a la compresión uniaxial obtenida en el Laboratorio de Mecánica de Rocas.(1, p. 133)
- Cabe resaltar que con la aplicación, uso e implementación del sistema de reforzamiento como pernos de anclaje y las mallas galvanizadas ancladas se llegara a garantizar la estabilidad y sostenimiento a largo plazo de todo talud rocoso inestable. Por lo que con la utilización de mallas galvanizadas y pernos de anclaje se obtuvieron valores por encima a  $F.S = 5.24$  en fallas por cuña (con sismo y con refuerzo); para condiciones pseudoestáticas, considerando aceleración de diseño 0.15 g, que corresponde al 50% del valor de la aceleración máxima 0.30 g, indicada para la Zona del Proyecto en la Norma E030 “Diseño Sismorresistente”. (1, p. 134)

### **Recomendaciones:**

- Se recomienda a todas las áreas de la construcción, minería y obras civiles el uso de mallas galvanizadas ancladas como medida de sostenimiento anti caída de rocas, ya que garantiza la estabilidad a largo plazo todo corte de talud rocoso. (1, p. 135)
- Para realizar todo análisis de estabilidad de taludes en roca se requiere de conocimientos de geotecnia y geomecánica de rocas para así evaluar el comportamiento de las rocas mediante los mapeos geomecánicos y poder detectar las fallas que se puedan presentar como son; la falla planar, falla por cuñas y fallas por volteo.(1, p. 135)
- Se recomienda a todas las empresas constructoras que están enfocados a todo tipo de obras civiles, carreteras, presas, túneles, cortes a tajo abierto, a que pueden emplear diseños y métodos de equilibrio limite exactos para realizar un buen análisis de estabilidad de taludes con sistemas de sostenimiento y así pues aplicar el uso de las mallas galvanizadas y tener estabilidades a largo plazo. (1, p. 135)
- Se recomienda disponer el sostenimiento a base de malla de acero galvanizado de doble torsión MT-2 y MT-3 anclada con pernos de arriba abajo conforme se avance en la voladura, evitando así efectuar trabajos a gran altura. (1, p. 135)
- Se recomienda que los afloramientos de agua que aparezcan en los taludes tratados se capten y conecten con el sistema de drenaje longitudinal inmediatamente con la parte inferior del talud. (1, p. 135)
- Durante la ejecución de las nuevas excavaciones es preciso realizar un levantamiento geotécnico sistemático de los frentes, comparando la orientación real de las discontinuidades con la prevista y rediseñando el sostenimiento propuesto en caso necesario. En cualquier caso, se recomienda que este rediseño no suponga en caso alguno una reducción de la cuantía de sostenimiento inicialmente prevista. (1, p. 135)



- Por último, es recomendable hacer un plan de seguimiento y monitoreo anual post constructivo del talud estabilizado, ya sea después de la estación lluviosa y así poder verificar el cumplimiento de la estabilidad a largo plazo del talud rocoso. (1, p. 135)

En el año 2016 fue presentado en la facultad de ingeniería de la Universidad Nacional Del Altiplano, Programa de maestría, la tesis titulada “DISEÑO DE ESTABILIDAD DE TALUDES PARA EL NIVEL DE RESISTENCIA AL CORTE EN EL FRENTE DE MINADO DEL PROYECTO SAN ANTONIO Y MARÍA – ANANEA.” Por el Ing. Lucio Quea Gutiérrez. Como requisito para optar el grado de Magister Scientiae en Geotecnia y Geomecánica Minera.

La presente investigación permitió identificar el fallamiento de los taludes del Proyecto San Antonio – María, ubicado en la zona de Vizcachani del Distrito de Ananea. De acuerdo a los antecedentes, debido a la inestabilidad año tras año viene causando interrupciones en el proceso de explotación como consecuencia de las precipitaciones que implica costos operativos. La existencia del potencial de fallamiento impuesta por las condiciones naturales como el relieve, precipitaciones y la calidad del terreno, detectó utilizando los criterios de la geotecnia. Se tomaron muestra de los suelos para determinar sus capacidades portantes, y de este modo se determinaron la altura de banco y los ángulos de talud que deben tener convenientes. Con los datos obtenidos se procesó con la ayuda del software especializado, dando como resultado una altura de banco de 10 metros con ángulo de talud de  $75^\circ$  y para altura de banco de 12 metros con ángulo de talud de  $65^\circ$  y con un factor de seguridad de 1.1, que lo consideramos aceptable.(2, p. xii)

### **Conclusiones:**

- Para el diseño de taludes, las variables o elementos importantes son el comportamiento del suelo, su resistencia al corte, con los cuales, se determinó la altura y su ángulo. (2, p. 76)
- Se llegó a determinar que la resistencia al corte para los suelos que se encuentran en el proyecto San Antonio y María es de 1.5 KN/m<sup>2</sup> y los suelos son de partículas gruesas, mal graduadas con fino, arena arcillosa o limosa con grava. (2, p. 76)
- Con los nuevos diseños de bancos tendrán un FS: 1.1 para su estabilidad, esto reducirá los riesgos y peligros. Para una altura de banco de 10 m los ángulos de talud serán de 75° y para bancos de 12 m. los ángulos de talud serán de 65° y así se evitará los accidentes que con frecuencia solían suceder. (2, p. 76)

### **Recomendaciones:**

- Para que la resistencia al corte no sea afectada no se deberá colocar sobrecarga encima de los bancos y se sugiere la aplicación de nuevos diseños de bancos en todas las unidades mineras aledañas con los ángulos de taludes adecuados, para evitar los deslizamientos y rupturas de bancos en el proyecto San Antonio y María. (2, p. 77)
- Contratar a personal especializado en el control de taludes y una capacitación general a todos los trabajadores del proyecto San Antonio y María. (2, p. 77)
- Aplicar en forma inmediata el control para identificar las posibles causas de fallas de los taludes y así realizar trabajos tanto preventivos como correctivos adecuados a cada talud en el proyecto San Antonio y María. (2, p. 77)

Se consulto la tesis titulada “ESTABILIZACIÓN DE TALUDES EN LA COSTA VERDE – CALLAO” que fue presentada en el año 2014 por Alan Alexis Alvarado Salazar, en la facultad de ingeniería y arquitectura de la Universidad De San Martin De Porres, como requisito para optar el título de ingeniero civil.

La presente tesis tiene por finalidad realizar un análisis de la estabilidad del talud de la Costa Verde en la zona correspondiente al distrito de La Perla, en la provincia del Callao. En base a este análisis de estabilidad de taludes se pretende establecer una solución para los problemas de este tramo específico. Para lograr una correcta evaluación de la problemática de la zona en estudio se hizo una recopilación de información topográfica, geológica y geomorfológica que permita modelar de manera certera el talud en estudio. Para lograr este objetivo se ha utilizado el programa de computación SLOPE/W. Además, se determinó las fallas de los diversos problemas encontrados en la zona de estudio y las zonas más críticas donde se encuentran los problemas. Una vez concluido el análisis de la problemática de la zona se procedió a realizar un análisis de la posible solución alternativa. La solución corresponde a la reducción de la pendiente y por lo tanto aumento del factor de seguridad para la estabilidad y posteriormente la utilización de geomallas y geo mantos que ayudarán a la vegetación de la zona mediante la siembra de césped.(3, p. xii)

### **Conclusiones:**

1. En el caso de secciones criticas deberá como mínimo cortar el material que esté por encima de la línea que une el pie del talud con un punto ubicado a aproximadamente 3m medidos horizontalmente por delante del edificio involucrado.(3, p. 125)

2. En el caso de secciones, deberá lograr un ángulo de  $47^{\circ}$  para poder asegurar que no habrá algún desprendimiento de materiales, será necesario la colocación de tierra vegetal para favorecer el crecimiento de césped que controle la estabilidad local (caída eventual de piedras). Según el análisis realizado, una solución para estabilizar la capa de 0.15m de terreno vegetal será la aplicación de geomallas y geomantas para la mejor adaptación del césped. (3, p. 125)

3. La solución adoptada en este proyecto propone una solución integral al problema de estabilidad global y vegetalización de la Costa Verde; sin embargo, soluciones de este tipo representan montos elevados, por lo que se estimó necesario realizar el presupuesto del proyecto para poder tener un orden de magnitud del costo en caso se realicen obras de este tipo. (3, p. 125)

4. Este presupuesto demuestra que la partida de mayor incidencia en proyectos de este tipo es la de movimiento de tierras, sobre todo en zonas urbanas como Lima debido a que no se puede simplemente cortar y rellenar el material a una distancia corta sino que es necesario mover el material hasta botaderos especiales por lo que de tomar la decisión de realizar un proyecto de este tipo sería justificable la realización de un estudio para la implementación de botaderos más cercanos a la obra, pudiendo analizar la posibilidad de ampliar artificialmente las playas de Barranco y Miraflores con el material de desecho. (3, p. 125)

#### **Recomendaciones:**

1. Se comprobó que al realizar la estabilización se mejora la calidad de vida de la Población. Además con la estabilización del talud por medio de geo sintéticos se puede evitar el desprendimiento de Rocas.(3, p. 127)

2. Además con el sembrío de césped para proteger el talud también se mitiga el impacto negativo de la zona. Asimismo, se comprobó que los gastos de la obra no son tan altos a comparación con otros proyectos de interés social. (3, p. 127)

3. El movimiento de tierras será necesario la colocación de tierra vegetal Según el análisis realizado, una solución para estabilizar la capa de 0.15m de terreno vegetal será la aplicación de geomallas y geomantas para la mejor adaptación del césped. (3, p. 127)

4. La solución adoptada en este proyecto propone una solución integral al problema de estabilidad global y vegetación de la Costa Verde tramo Callao; se propone, al analizar un talud, se vea el análisis dinámico. (3, p. 127)

5. Se propone, que el factor de seguridad sea menor que 1, se verifique si el ángulo del talud se puede disminuir.(3, p. 128)

6. Se recomienda al instalar el césped en el talud, sea de plantas nativas considerándose la “campanilla” como la que presenta las mejores condiciones de resistencia y duración. (3, p. 128)

7. La estabilización del talud no solo depende del tipo de suelo, sino de la morfología del estado actual del mismo; muchas veces no existe desprendimiento de material porque materiales como el limo, canto rodado y grava se juntan compactándose y uniéndose haciendo su porcentaje de vacíos casi 0, cuando se retira el material en vez de estabilizar lo que se logra es todo lo contrario, por tal sentido es muy importante hacer las pruebas correspondientes que amerita el talud. (3, p. 128)

8. Antes de realizar cualquier proyecto se propone realizar el aspecto positivo y negativo que causara a las viviendas colindantes y sus habitantes para salvaguardar la tranquilidad del mismo en el proyecto. Si bien es cierto dicho proyecto es considerado de proyección ambiental puesto que beneficiara el ecosistema. (3, p. 128).

Luis Ángel de la Cruz Quispe y Luis Migue Tunque Huamán estudiantes de la universidad de Huancavelica, en el año 2015, presentaron la tesis para obtener el título de ingeniero civil, titulada: “INESTABILIDAD DE TALUDES EN EL SECTOR DE SANTA BÁRBARA DE LA CIUDAD DE HUANCVELICA”

La presente tesis da a conocer el estudio de Inestabilidad de Taludes en el Sector de Santa Bárbara de la ciudad de Huancavelica, cuyo objetivo es identificar la susceptibilidad y factor de seguridad de los taludes en estudio; para lo cual se emplearon los diferentes métodos y técnicas del análisis heurístico y determinístico, donde el análisis heurístico muestra como resultado la susceptibilidad a deslizamientos, cuyo método específico a emplear para este análisis es el método Mora Vahrson, dando como resultado una susceptibilidad MEDIA en condiciones normales; es decir, análisis de los factores internos (topografía, geología y humedad del suelo) y una susceptibilidad MEDIANA en la intervención con factores externos (lluvia y sismo). De la misma forma, por la naturaleza del estudio, siendo necesario la contrastación de los resultados obtenidos por los métodos determinísticos, para el cálculo del factor de seguridad de los taludes en los sub sectores de estudio, basándose específicamente en el análisis estático y análisis dinámico, por lo que este primero emplea los métodos de equilibrio límite y el método de elementos finitos. Tales resultados concluyen que los sub sectores Yuraccrumi, Manzanayocc, Arbolitos y Puchccoc, son estables al obtener un factor de seguridad estático mayor a 1 y los sub sectores de Asequia Alta y Motoy Huaycco son inestables, al obtener un factor de seguridad menor a 1.

Dentro del análisis dinámico, se aplicó el método elementos finitos, los cuales guardan relación con los resultados obtenidos en el análisis estático, ya que el factor de seguridad dinámico en los sub sectores de Yuraccrumi, Manzanayocc,

Arbolitos y Puchccoc es mayor a 1.25, es estable y los sub sectores de Asequia Alta y Motoy Huaycco es menor a 1.25, es inestable. Teniendo en cuenta estos resultados, se proponen medidas de mitigación de riesgo, como la construcción de anclajes, por la naturaleza y condiciones que presentan las áreas de estudio.(4, p. ix)

### **Conclusiones**

De los resultados de los análisis Heurístico y Determinístico de estabilidad de taludes para esta tesis se puede concluir que:

- Los sub sectores de Yuraccrumi, Asequia Alta, Motoy Huaycco, Manzanayocc, Arbolitos y Puchccoc bajo los parámetros pasivos o internos (pendiente, humedad del suelo, litológico), poseen una susceptibilidad media, bajo los parámetros pasivos + lluvia, poseen una susceptibilidad media, bajo los parámetros pasivos + sismo, poseen una susceptibilidad mediana y bajo los parámetros pasivos y activo (lluvia y sismo) una susceptibilidad mediana.(4, p. 102)
- Del análisis estático, los sub sectores de Yuraccrumi, Manzanayocc, Arbolitos y Puchcco~, son estables por tener  $FS > 1$ , por el contrario los sub sectores de Asequia Alta y Motoy Huaycco, son inestables por tener  $FS < 1$ . (4, p. 102)
- Del análisis Dinámico, para un sismo de 6.7, la variación de los factores de seguridad obtenidos en esta tesis los taludes de los FS nunca bajó de 1.25. (4, p. 102)

- Para los sub sectores de Yuraccrumi, Manzanayocc, Arbolitos y Puchccoc considerándolos de esta manera como estable, por su parte los sub sectores de Asequia Alta y Motoy Huaycco, son inestables al tener varias fluctuaciones por debajo de 1.25. (4, p. 102).
- Los factores internos determinantes que tienen más ponderación para la inestabilidad de taludes en nuestra área de estudio son: la pendiente por presentar, pendientes de 30 a 140% y la litología. (4, p. 102)
- De los dos factores externos analizados, se pudo observar que las precipitaciones no tienen gran implicancia para la inestabilidad de taludes, cabe recalcar en estos ítems, que no se realizó análisis de acumulación de lluvias. Por su parte el factor sismo, tiene una gran ponderación ya que en su ocurrencia, existe una probabilidad de falla de los taludes inestables. (4, p. 102)
- El modelo de estabilización más eficiente, para la estabilización, es el sistema flexible de mallas de acero y pernos de anclaje, el cual si garantiza la estabilidad de los taludes de Motoy Huaycco y Asequia Alta, al incrementar su Factor de Seguridad. (4, p. 102)

**Recomendaciones:**

- Al identificar el área de estudio con una susceptibilidad mediana, se recomienda la implementación de equipos, para la monitorización de la posible activación de movimientos y sus respectivos registros (Sistemas de Alerta Temprana - SAT).(4, p. 104)
- Se recomienda para los sub sectores de Asequia Alta y Motoy Huaycco, implantar de forma urgente las medidas de estabilización de taludes. (4, p. 104)



- Por razones Técnicas, económicas, de facilidad de proceso constructivo y de impacto ambiental, se recomienda como solución para el problema de inestabilidad, el sistema flexible de mallas de acero y pernos de anclaje, el revestimiento del canal de Boticca Punku y la revegetación del área de estudio. (4, p. 104).

En esta misma labor de investigación y consulta se encontró la tesis presentada por Jaime Israel Turpo Phuño, en la Universidad Nacional de Moquegua, escuela profesional de ingeniería y minas, titulada: “DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS GEOMÉTRICOS DEL TALUD, PARA GARANTIZAR LA ESTABILIDAD DEL TAJO SUPERFICIAL DEL ÁREA DE EXPLOTACIÓN EN LA UNIDAD MINERA “MOISES RANDY 2010”.

El talud en estudio se compone de material granular específicamente de clase arena. En esta unidad se ha venido desarrollando las actividades extractivas con un frente del tajo bajo condiciones empíricas, generando un banco que supera los 10 m de altura con una peligrosa verticalidad en el talud, generando un riesgo inminente para las actividades operativas de la explotación, por lo que se ha visto la necesidad de realizar el análisis de estabilidad de este. Con base en una amplia campaña de investigación geotécnica de los materiales del frente del tajo, que comprendió la recolección de muestras representativas del talud y la realización de ensayos de laboratorio para la caracterización de los suelos y la determinación de los correspondientes parámetros de resistencia. Los resultados obtenidos fueron consistentes tanto con los datos de las investigaciones previas como con las observaciones de campo y confirmaron la adecuación de la metodología de trabajo adoptada en esta investigación, determinándose los parámetros geométricos óptimos de diseño para el talud con el fin de garantizar su estabilidad.(5, p. vi)

## **Conclusiones:**

- Para el inicio de un nuevo proyecto de minería o mismo que este en desarrollando, la geotécnica asume cada vez mayor importancia en las operaciones de planeamiento, diseño y método de explotación, principalmente en lo que se refiere a los estudios de estabilidad de taludes en minas a cielo abierto,
- siendo uno de los factores primordiales la geometría que se propone y ejecuta. En estos estudios, los taludes se subdividen en varios sectores y se definen secciones de referencia para los análisis, de modo a establecer un programa de explotación del mineral condicionado por la seguridad de las excavaciones en los frentes de la mina.(5, p. 113)
- Entonces para la optimización de la geometría final del talud de la mina, se vio la necesidad de un trabajo analítico respaldado por los parámetros geotécnicos y el estudio de cada una de las secciones investigadas; la presente tesis trabajó armónicamente los factores operacionales y de seguridad para la geometría final indicada en la metodología y la presentación y análisis de resultados. (5, p. 113)
- Las condiciones geológico-geotécnicas del área fueron de gran importancia para el desenvolvimiento de esta tesis, así como del programa de investigación de toda la descripción de los materiales con base en sus características físicas y los parámetros de resistencia. Para la unidad minera Moisés Randy 2010, esta campaña experimental fue realizada para tornar factible el estudio de estabilidad del talud actual mostrada en el capítulo V, y los resultados fueron correlacionados, consolidando a metodología propuesta en el capítulo VI.(5, p. 114)

- Se consiguió determinar los parámetros geométricos óptimos a fin de garantizar la estabilidad del tajo del área de explotación en la mina, los parámetros geométricos obtenidos del análisis de estabilidad de los taludes para alcanzar un factor de seguridad que se encuentre entre los rangos sugeridos por Read & Stacey (2009) según la Tabla 12 y exigidos por normatividad peruana, fueron:

Tabla 23. Geometría recomendada para las dimensiones lineales

<b>Extensiones</b>	<b>Valor (m)</b>
Altura de banco	5
Ancho de berma	3
Altura de talud total	10

Fuente: Elaborada para la investigación

Tabla 24. Geometría recomendada para las dimensiones angulares

<b>Inclinaciones</b>	<b>Valor (°)</b>
Ángulo de Banco	42.0
Ángulo Interrampa	30.3
Ángulo Global	35.3

Fuente: Elaborada para la investigación

Es importante resaltar que los valores obtenidos y analizados fueron de un total de 24 pruebas realizadas, siendo que fueron comparadas en condiciones estáticas y pseudoestáticas. Los métodos utilizados para la evaluación de la geometría óptima fueron realizados considerando un área de ruptura circular mediante el método de Fellenius, como una base de comparación de fuente reservada, y Spencer como método convencional para el análisis de taludes tomando en cuenta el equilibrio de fuerzas y momentos. (5, p. 114)

- Los resultados de los ensayos de laboratorio y de los análisis de estabilidad demostraron que la descripción de los materiales con base en sus características físicas presentes en estas áreas posee valores congruentes con las observaciones de campo e investigaciones de envergadura similar. Zonas detectadas con algún tipo de agrietamiento por tracción se mostraron con un grado mínimo de influencia para el análisis de estabilidad.(5, p. 115)

- Otro factor significativo de la investigación fue el comportamiento del nivel freático, que deberá ser acompañado con especial cuidado a lo largo de los períodos húmedos en caso de una pequeña ascensión del mismo. En el caso de una elevación considerable del nivel freático en los taludes, se impondría una reducción del ángulo global. (5, p. 115)

**Recomendaciones:**

- La realización de esta investigación, fundamentado en un enfoque incorporado y sectorizado de la estabilidad de los taludes de la mina Moisés Randy 2010, facilitó la implantación de una metodología efectiva de control geotécnico para la explotación, con gran repercusión en la dinámica de las operaciones. Este modelo en función de los datos de campo, laboratorio y gabinete, han demostrado ser una herramienta incondicional para la estabilidad de taludes. Futuros análisis estarán auxiliados por la obtención de un banco de datos cada vez más amplio y un conocimiento cada vez mayor del comportamiento geotécnico de los taludes de la mina, que dependerá entonces de la continuidad de trabajos de esta clase. (5, p. 116)
- Es interesante el desarrollo de un banco de datos de superficies reales de nuestra región con informaciones representativas de los diversos ambientes geotécnicos a fin de aplicar la metodología propuesta en esta investigación para elaborar un único gráfico de estabilidad de toda la región o gráficos de estabilidad divididos por dominio geotécnico, consiguiendo agrupar diferentes unidades mineras que se desarrollan a lo largo de la zona. (5, p. 116)
- Continuando con la realización de trabajos similares para la obtención de un banco de datos cada vez mayor, se conseguirá implementar enfoques estadísticos de los análisis de estabilidad de los taludes estudiados, considerando

- la variabilidad de los parámetros geotécnicos del suelo y/o roca.(5, p. 117)
- Para analizar el comportamiento de suelos y/o rocas con diferentes propiedades geotécnicas del área que en este estudio se desarrolló, se debe plantear otros escenarios con diferentes condiciones hidrogeológicas, se vuelve interesante trabajar con coeficientes de poro-presión ( $R_u$ ) debido a que esta posee influencia considerable
- en el análisis de estabilidad y la misma es muy difícil de estimar o en un caso hipotético poco probable identificar el nivel piezométrico que el talud la compone considerándolo como una variable y verificar cuál es la influencia de esta variación en el análisis de la estabilidad. (5, p. 117)
- Integrar en la práctica operacional de la mina la actualización del mapeo geotécnico conforme a los avances de los frentes de explotación para la constante actualización de los datos geológicos y estructurales de la mina. A partir de los datos de campo, se debe alimentar el banco de datos y reevaluar la probabilidad de ruptura de los taludes, a través de análisis equilibrio limite, a partir de análisis de estabilidad utilizando la metodología propuesta. (5, p. 117)

También se consultó la tesis presentada en la Universidad Nacional del Altiplano, en la facultad de ingeniería Geológica y Metalúrgica, la tesis para optar el grado de ingeniero geólogo, titulada: "GEOLOGÍA Y ESTABILIDAD DE TALUDES EN LA MINA 2-3-4 SHOUGANG" presentada por César Augusto Romero Mejía.

El área de estudio está localizado en el distrito de Marcona sobre una terraza marina y cordillera de la costa sur del Perú; el método de explotación que se utiliza en la mina 2, 3 y 4 de Shougang, es a cielo abierto, donde el cuerpo mineralizado de hierro y minerales

secundarios como el cobre, plata y oro, se emplaza en un macizo rocoso, compuesto por un conjunto metamórfico, unidades volcánicas sedimentarias y por una secuencia calcárea pre-mesozoica, que forman un monoclinal de orientación NE que buza 40° al N-NW, donde estas estructuras se complican con fallas e intrusiones menores. Se han realizado investigaciones geotécnicas, evaluación geológica y evaluación geomecánica; de estas investigaciones en campo, se indica que el área de estudio carece de homogeneidad del macizo rocoso que conforman los taludes, existe una variabilidad de unidades litológicas y características geomecánicas del macizo, además de saber que el macizo rocoso está sujeto a diferentes procesos geológicos y procesos de deformación, que pueden afectar la estabilidad de taludes durante las operaciones mineras de explotación.(6, p. xiii)

Para determinar el análisis de estabilidad a nivel de bancos y taludes del tajo, se ha considerado todos los parámetros obtenidos de las investigaciones en campo, del procesamiento de datos mediante software e interpretación de resultados de los mismos; para el análisis a nivel de bancos se ha realizado análisis cinemático, asimismo se ha obtenido factores de seguridad mayores al mínimo admisible, en condición estática ( $FS \geq 1.5$ ) y pseudo-estático ( $FS \geq 1.1$ ), a nivel de bancos los que condicionan la estabilidad, son el grado de diaclasamiento, propiedades de la roca y condiciones de la junta; finalmente para en análisis de estabilidad a nivel de taludes del tajo se han obtenido factores de seguridad superiores al mínimo admisible, en condición estática ( $FS \geq 1.5$ ) y pseudo-estático ( $FS \geq 1.1$ ), llegando a determinar que los taludes en la mina 2, 3 y 4 son estables en condiciones geométricas actuales y proyectadas, considerando la geometría de reposo del talud de 51° a 55° de inclinación, y para los bancos de los taludes con una inclinación promedio de 70°.(6, p. xiii)

## **Conclusiones:**

- Los aspectos litológicos más característicos relacionados a la geología local del área de estudio, se concluye que los afloramientos meta - sedimentarios llamados hornfels filítico, conforman la roca encajonante, emplazados por un enjambre de diques andesíticos y dacíticos formando principalmente estructuras tipo sills. Las unidades rocosas expuestas en las Minas 2-3-4, muestran una historia de deformación prolongada que incluye una etapa de plegamiento bajo en el borde sureste de toda la unidad minera. (6, p. 134)
- Las condiciones geomecánicas del macizo rocoso en la Mina 2-3-4 en su mayoría está conformado por roca dura y roca muy dura (R4 – R5) y de resistencia media (R3) en sectores de mineralización; el índice RMR promedio en su mayoría varía de entre macizo rocoso de regular y buena calidad (53 y 63). (6, p. 134)
- Del análisis de estabilidad a nivel de bancos en el diseño existente y proyectado se concluye que en la mina 2, 3 y 4 los bancos son estables en el factor de seguridad estático y pseudo estático, sin embargo, en determinados sectores el factor de seguridad pseudo estáticos es menor a 1.1, donde se recomienda realizar un desquinche selectivo para eliminar bloques que podrían generar riesgo. (6, p. 134)
- Del análisis global y numérico se concluye que, en el diseño actual y proyectado, los factores de seguridad estático y pseudo estáticos son mayores a los mínimos requeridos, por lo que se concluye que los taludes son estables y no requieren hacer obras y/o estructuras de sostenimiento. (6, p. 134)

### **Recomendaciones:**

- En general los fenómenos geodinámicos, se presentan de manera local y aislada, no siendo una fuente de peligro de consideración alta. La principal recomendación es el mantenimiento preventivo de estas zonas de riesgo moderadas a extremas identificadas para evitar pérdidas en el proceso productivo de las minas.(6, p. 135)
- Actualmente, se han encontrado 72 zonas de caída de rocas, de los cuales, 61 son de riesgo bajo, 10 de riesgo moderado y 1 de riesgo alto, además de 23 casos de posible deslizamiento de riesgo bajo y 4 zonas de agrietamiento de riesgo moderado, todos como casos aislados; ante ello, se debe monitorear para evitar pérdidas de infraestructura, logística y humana. Probablemente estos casos son los efectos de la voladura en la generación de los bancos de los tajos. (6, p. 135)
- De acuerdo a las dimensiones de las Minas 2-3-4, se recomienda detectar el movimiento del talud mediante la Interferometría de Radar, con el cual se determinaría las zonas que están en movimiento. (6, p. 135)
- De acuerdo a la identificación de las zonas de peligro geológico se recomienda colocar puntos de control topográficos, monitorear mediante cintas extensométricas, para luego de la interpretación, diseñar el sistema de soporte requerido, asimismo se recomienda la instalación de inclinómetros. (6, p. 135)



Como antecedente encontramos la tesis presentada en la Universidad Nacional Federico Villareal Titulada: “ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES PARA EXPLOTACIÓN DE CANTERA DE ARCILLA EN EL DISTRITO DE PACCHA, PROVINCIA DE LA OROYA, JUNÍN” presentada por Alonso Mario Mamani Jesús, para obtener el grado de ingeniero civil.

La presente tesis [...] tiene por finalidad optimizar la explotación de arcilla y minimizar el volumen de excavación en desmonte y prever el factor de seguridad, así como el comportamiento de los taludes. A su vez también presentará la evaluación de las condiciones geológicas y los parámetros geotécnicos del suelo y macizo rocoso, sobre las áreas previstas de la cantera de arcilla, para definir las condiciones de su estabilidad.

Con fines de fabricar objetos de artesanía y losetas para acabados de pisos y paredes se está explotando la cantera de arcilla, a cielo abierto, generando un tajo conformado por plataformas y taludes de bancos. Allí radica la importancia del tema elegido para la presente tesis, puesto que resulta necesario evaluar la estabilidad de los taludes, con fines de garantizar la seguridad durante los trabajos y optimizar la explotación de la arcilla.(7, p. 4)

#### **Conclusiones:**

- La Cantera de arcilla, presenta un relieve variado de suave a moderado, geomorfológicamente está emplazadas en la zona altiplanicies; litológicamente se emplaza en la formación Pariahuanca (Ki-gp) conformado por arenisca y caliza, se encuentran cubiertos por depósitos cuaternarios. La cantera Azul se conforman por arcilla y arena. Se identificó pequeñas grietas que pueden generar deslizamientos a los taludes existentes, debido a los procesos de erosión.(7, p. 74)

- La exploración de campo se realizó mediante excavación de 4 calicatas 6 trincheras, 3 ensayos de densidad, 10 ensayos DPL y 4 estaciones geomecánicas en el área de estudio. Los parámetros de resistencia del macizo rocoso se han estimado en función de la resistencia de la compresión simple de la roca intacta, ensayo de triaxial y evaluación geomecánica. (7, p. 74)
- La sección A-A, esta conforma por dos tipos de roca, arenisca cuarzosa tipo IV; Caliza III. El análisis de estabilidad global de los bancos se encuentra estable en condiciones pseudo-estaticas donde determinamos que los bancos de 10 m de altura y un Angulo de  $61^\circ$  tendrá un factor de seguridad de  $FS=1.32$ .(7, p. 75)
- El análisis de la estabilidad de talud ha sido determinado a partir del resultado de la evaluación geomecánica utilizando el programa de cómputo DIPS, para identificar las principales familias y el tipo de falla más probable de ocurrencia, de donde se determina que el talud se encuentra parcialmente estable, con probabilidad de falla local por cuña. (7, p. 75)
- La cantera Azul está conformada predominantemente por arcilla arenosa de baja plasticidad, también se encontró limo con arena en la parte baja del talud, pero en menor proporción. (7, p. 75)
- Para el análisis inicial se consideró sólo material arcilloso en su totalidad; mientras que, para el análisis final, sí se ha considerado el suelo limoso con arena debido al proceso de explotación y dado que cerca se encuentra un depósito aluvial. De acuerdo al análisis de estabilidad de taludes, actualmente existe alto riesgo a deslizamientos ante un movimiento sísmico o precipitación.(7, p. 76)

### **Recomendaciones:**

- Para estabilizar el talud inferior, luego de la explotación de la cantera, se recomienda conformar el talud, mediante corte y relleno 2:1 (H: V) y banquetas de 5,0 m de ancho cada 5,0 m de altura. (7, p. 77)
- Para estabilizar el talud superior, se recomienda cortar inicialmente 2:1 (H: V), con banquetas de 3,0 m de ancho cada 5,0 m de altura; luego 1,5:1 (H: V), con banquetas de 2,0 m de ancho cada 5,0 m de altura; finalmente, con una pendiente 1:1 (H: V) la parte más alta, hasta contacto con terreno natural. (7, p. 77)
- Se recomienda evaluar y analizar la parte alta de la cantera que se encuentra fuera del área de estudio, de acuerdo a la sección A-A. (7, p. 77)
- Considerar un sistema de drenaje mediante canales de coronación (revestido mampostería) a lo largo de las banquetas proyectadas. (7, p. 77)

Como ultimo antecedente nacional de encontró la tesis para optar el título de ingeniero civil, presentada en la Universidad Agraria de la Molina, titulada: “ESTABILIDAD DE TALUDES PARA LA EXPLOTACIÓN Y CIERRE DE DOS TAJOS DE AGREGADOS EN EL DISTRITO DE PALCA-TARMA-JUNÍN” presentada por Luis Armando Echeverria Villavicencio en el año 2018.

Las canteras de minería no metálica presentan problemas de inestabilidad en sus etapas de explotación a corto, mediano y largo plazo, producto de factores desencadenantes como los sismos, movimiento de tierra y otros que durante los laboreos se puede advertir su influencia sobre el talud del macizo rocoso.

El control de los factores desencadenantes de inestabilidad, a través de la determinación de un factor de seguridad global y local de los tajos, permite evitar pérdidas económicas y vidas humanas durante el tiempo de vida útil y cierre del proyecto. El presente trabajo académico desarrolla el análisis de estabilidad para los taludes de dos tajos de la cantera denominada “La Tormenta”, la cual se ubica en el distrito de Palca, provincia de Tarma, departamento de Junín y pertenece a la Compañía Minera Las Camelias S.A.; la empresa explota el talco, mineral no metálico que usa como agregado para la fabricación de cerámicos. El trabajo académico forma parte del Plan de Minado, que se presenta a la Gerencia Regional de Energía y Minas, documento requerido para la aprobación del inicio de las actividades de explotación en canteras de minería no metálica.

Por lo tanto, este trabajo, se rige por la normatividad nacional vigente que se encuentre relacionada directa o indirectamente al proyecto. El desarrollo del presente trabajo académico consiste en la revisión y elaboración de estudios previos como un estudio topográfico, estudio hidrológico, estudio geológico y peligro sísmico.

La elaboración de estos estudios fue la base del planteamiento del modelo geotécnico; ya que permitió conocer la geografía, geología local, escorrentía de la zona y el peligro sísmico. El conocimiento de lo anteriormente mencionado, permite un mejor conocimiento y manejo de las condiciones locales y entorno del modelo geotécnico. Finalmente, el modelo geotécnico consideró, los resultados de los ensayos de laboratorio que determinaron las propiedades de la roca, criterios de falla con el generalizado de Hoek-Brown y Mohr –Coulomb, estudio de peligro sísmico y las geometrías óptimas de explotación propuestas por el departamento de geología.

El análisis fue desarrollado en condiciones estáticas y pseudo-estáticas, usando métodos de equilibrio límite, con el software Slide 6.0, dando factores de seguridad superiores a los mínimos exigidos por la normatividad nacional.(8, p. xiii)

### **Conclusiones:**

- La estabilidad global del macizo rocoso, según la normativa nacional y los criterios adoptados, en los tajos 1 y 2 de la cantera “La Tormenta” presenta una estabilidad superior a lo mínimo exigido; los cálculos del factor de seguridad obtenido mediante métodos de equilibrio límite dan un factor de seguridad pseudo-estático para condiciones de largo plazo igual a 2.82 y 3.02 en los tajos 1 y 2 respectivamente, el cual es superior a 1.3 requerido para estas condiciones de análisis.
- Por lo tanto los taludes de los tajos 1 y 2 son estables a escala global y no se requiere de la implementación de elementos de sostenimiento en el macizo rocoso.(8, p. 98)
- Los estudios de ingeniería desarrollados, como paso previo al análisis de estabilidad, permitió obtener modelos de elevación digital del terreno (MDT) y secciones geométricas con precisión geodésica de 1/10430; determinar la estabilidad hidrológica de los taludes al proyectar un canal de coronación que permite evacuar 0.0919 m<sup>3</sup>/s que es superior al caudal de escorrentía de 0.085 m<sup>3</sup>/s y cuyas características geométricas se indican en la tabla 20; establecer el modelo geológico cuya potencia de material de explotación es de 10 metros y finalmente representar las condiciones de sismo adoptando valores de 0.173 y cero para el coeficiente sísmico horizontal y vertical respectivamente, teniendo en cuenta que el coeficiente sísmico horizontal cumple con las recomendaciones internacionales y las normas nacionales para su determinación y el coeficiente sísmico vertical solo presenta relevancia en la

zona epicentral del movimiento sísmico para un análisis pseudo-estático. (8, p. 98)

- Se diseñó modelos geotécnicos, para los taludes de los tajos 1 y 2, conformados por la geometría del macizo rocoso, características sísmicas, propiedades de materiales determinados en los resultados de laboratorio, modelo geológico de las potencias del material de explotación y parámetros de diseño geométrico en pits. El análisis de los modelos se realizó usando métodos de equilibrio límite y el criterio de rotura generalizado de Hoek-Brown, criterio que representa la mejor forma realizar el análisis del macizo rocoso porque incorpora los resultados de ensayos en laboratorios, los datos del mapeo geomecánico y el estado cualitativo del macizo observado en campo que no son considerados por el criterio de falla de Mohr –Coulomb que genera
- resultados sobrevalorados en los resultados de laboratorio; ya que según expuesto en “The progressive failure of Lac du Bonnet granite” por Martin y Chandler (1994), la resistencia in situ de la roca intacta solo suele ser del orden del 70 por ciento de los resultados obtenidos en laboratorio. (8, p. 98)
- La geometría final de los tajos 1 y 2 será la que se propone en la Tabla 44, tanto para la etapa de explotación y para la etapa de cierre de mina, las cuales representan condiciones de operación a mediano y largo plazo. La geometría propuesta presenta una estabilidad cinemática contra fallas plana, cuña y volteo, así como estabilidad global de los taludes que conforman los tajos.(8, p. 99)

#### **Recomendaciones:**

- Los resultados de los cálculos presentados en el presente trabajo académico deben utilizarse para estudios de ingeniería preliminares, ya que para estudios definitivos se recomienda

aumentar la densidad de los ensayos de laboratorio y aumentar el registro de los levantamientos en campo con la realización de mapeos geomecánicos mediante celdas de detalle u en su defecto líneas de detalle.(8, p. 100)

- La cantera se recomienda ser explotada inicialmente en ángulos bajos según lo propuesto en el análisis de correlación del factor de seguridad y el ángulo de banco, a manera realizar un mayor desarrollo de estudios del macizo rocoso expuesto los que ayudara a mejorar la determinación de la estabilidad del macizo durante el proceso de explotación. (8, p. 100)
- Se recomienda la realización de un estudio de estabilidad global de los tajos 1 y 2 usando modelos numéricos que incluya el análisis de deformaciones y una reducción gradual de los valores obtenidos en laboratorio hasta simular las condiciones in situ que se darían alrededor del 70 por ciento de los valores obtenidos en laboratorio para los parámetros de la roca intacta.
- La implementación de un programa de monitoreo de taludes a través de la implementación de puntos de desplazamientos georreferenciados para la etapa de cierre de minas es recomendable. (8, p. 100)

### **3.1.2. Antecedentes Internacionales:**

Como Antecedente internacional de tomo la tesis de maestría presentada en la Universidad EAFIT en el año 2013 titulada: “ESTABILIDAD DE TALUDES EN SUELOS RESIDUALES EVALUADO EN EL CORTO Y LARGO PLAZO” presentada por Karla María Orozco Olarte en la escuela de Medellín.

En este trabajo se presentan los resultados de los análisis de estabilidad de taludes obtenidos mediante la comparación en términos del factor de seguridad, con base en los métodos de equilibrio limite y el método de elemento finito, para lo cual, además de considerar diferentes procedimientos de cálculo, se incorporó

los aspectos relacionados con los esfuerzos totales y esfuerzos efectivos.

Los análisis se desarrollaron para suelos residuales provenientes de rocas volcánicas de la formación Quebrada grande considerando valores pico y residual en seis casos con estado de esfuerzo diferentes, cuyos parámetros se obtuvieron a través de pruebas triaxiales en diferentes modalidades de carga y drenaje.(9, p. ii)

### **Conclusiones:**

Basados en las modelaciones realizadas por el método de equilibrio límite y el método de elementos finitos se observa que las diferencias del factor de seguridad calculado no son significativas y se evidencia la importancia de una correcta determinación de los parámetros de resistencia para poder obtener resultados razonables.(9, p. 61)

La variabilidad de los parámetros de resistencia para cada uno de los triaxiales en diferentes modalidades presentan variaciones altas, demostrando que la historia de carga, las condiciones de drenaje, las perturbaciones externas e internas determinan la estabilidad de la ladera; por lo cual se hace necesario realizar una caracterización detallada del perfil estratigráfico y escoger los ensayos pertinentes para determinar la resistencia al corte del suelo obteniendo una mayor precisión y confiabilidad en los resultados de análisis. (9, p. 61)

Los resultados de los factores de seguridad obtenidos mediante para cada uno de los métodos de equilibrio límite y elementos finitos para los diferentes ensayos triaxiales fueron:

- Fellenius presenta un factor de seguridad menor que el obtenido mediante el método de elementos finitos. Las variaciones del factor de seguridad calculadas según los parámetros obtenidos para cada una de las pruebas triaxiales



fueron: en el triaxial UU con humedad natural se obtuvo 1% para los esfuerzos efectivos y entre el 1% - 3% para los esfuerzos totales. Los parámetros del ensayo triaxial UU saturado obtuvieron una variación del 3% para los esfuerzos efectivos y entre el 5% - 7% para los esfuerzos totales. En los ensayos triaxiales CU con diferentes OCR se obtuvieron variaciones entre el 5% - 8% para esfuerzos efectivos, y del 0.5% - 2% para esfuerzos totales; finalmente para los parámetros obtenidos por el ensayo triaxial CD se presentó una variación entre el 6% - 7%.(9, p. 61)

- Bishop simplificado presenta un factor de seguridad mayor que el obtenido mediante el método de elementos finitos. Las variaciones del factor de seguridad calculadas según los parámetros obtenidos para cada una de las pruebas triaxiales fueron: en el triaxial UU con humedad natural se obtuvo entre 4% - 6% para los esfuerzos efectivos y entre el 2% - 4% para los esfuerzos totales.
- Los parámetros del ensayo triaxial UU saturado obtuvieron una variación del 3% para los esfuerzos efectivos del 1% para los esfuerzos totales. En los ensayos triaxiales CU con diferentes OCR se obtuvieron variaciones entre el 2% - 4% para esfuerzos efectivos, y del 5% - 9% para esfuerzos totales; finalmente para los parámetros obtenidos por el ensayo triaxial CD se presentó una variación entre el 3% - 4%.(9, p. 61)
- Janbú al igual que Fellenius presenta todos sus factores de seguridad menores a los obtenidos por método de elementos finitos.Las variaciones del factor de seguridad calculadas según los parámetros obtenidos para cada una de las pruebas triaxiales fueron: en el triaxial UU con humedad natural se obtuvo entre el 2% - 4% para los esfuerzos efectivos y entre el 4% - 6% para los esfuerzos totales. Los parámetros del ensayo triaxial UU saturado obtuvieron una variación del 6% para los esfuerzos efectivos y entre el 8% - 9% para los

- esfuerzos totales. En los ensayos triaxiales CU con diferentes OCR se obtuvieron variaciones del 1% con los parámetros obtenidos para un OCR de 2 en el cual se alcanzaron variaciones hasta del 7% para esfuerzos efectivos, y del 1% - 4% para esfuerzos totales; finalmente para los parámetros obtenidos por el ensayo triaxial CD se presentó una variación entre el 7% - 8%.(9, p. 62)
- Morgenstern – Price y Spencer presentan sus factores de seguridad muy similares, y mayores a los obtenidos por el método de elementos finitos. Las variaciones de los factores de seguridad de los métodos de equilibrio límite y elementos finitos para cada uno de los parámetros obtenidos en las pruebas triaxiales fueron: en el triaxial UU con humedad natural se obtuvo entre 3% - 6% para los esfuerzos efectivos y entre el 1% - 4% para los esfuerzos totales. Los parámetros del ensayo triaxial UU saturado obtuvieron una variación del 3% para los esfuerzos efectivos del 2% para los esfuerzos totales.
- En los ensayos triaxiales CU con diferentes OCR se obtuvieron variaciones entre el 2% - 4% para esfuerzos efectivos, y del 5% - 10% para esfuerzos totales; y por el ensayo triaxial CD se presentó una variación entre el 2% - 4%.(9, p. 62)

Como antecedente internacional de tomo la tesis para optar el título de ingeniero constructor titulada: “PROTECCION Y ESTABILIZACION DE TALUDES PARA EVITAR DESLIZAMIENTOS” presentada por Josept Robert Anyelo John Soto, en la Universidad Austral de Chile en el año 2011.

La presente memoria nos da a conocer las diversas alternativas tanto tradicionales como tecnologías desarrolladas en el último tiempo, tanto en el ámbito de la protección como en la estabilización de taludes, debido al elevado crecimiento vial que nuestro país experimenta desde hace años, este crecimiento afecta

directamente a las carreteras de nuestro medio por que podemos ver que la duración de las mismas están en función en una gran medida de la estabilidad y de la protección de los taludes y lo más importante que es la seguridad de las personas que utilizan estas obras. Nuestro país contiene una gran diversidad de suelo y roca que muchas veces demuestran un comportamiento tal que se originan inestabilidades que desembocan en deslizamientos o desprendimientos de grandes masas de suelo o roca, es este el gran problema que afecta con serias consecuencias a las distintas carreteras de nuestro país, también es por esta razón que este estudio se hace importante porque podremos encontrar la manera de controlar adecuadamente a los taludes protegiéndolos con nuevas tecnologías.

El estudio de protección y estabilización de taludes aplicando tecnologías nuevas aportara de manera fundamental a la sociedad en la parte de construcción de carreteras, ya que, al optimizarse su diseño, se optimiza también su costo económico y se brindara al usuario mayor confiabilidad y seguridad que nos ayudaran a elevar el estándar de calidad de nuestros caminos.

El uso de las tecnologías nuevas está en función directa del tipo de suelo por el cual está conformado el talud, por esta razón se realizará una aplicación práctica seleccionando un talud de nuestro medio para poder realizar el correspondiente estudio y plantear una solución comparando tecnologías para su protección como también para la estabilización.(10, p. 1)

## **Conclusiones:**

1. Es fundamental el estudio de taludes en la ingeniería ya que como hemos visto es de gran importancia, ya que estos están presentes en la gran mayoría de proyectos en los cuales el trabajo ingenieril se puede ver involucrado. El origen de estos puede ser de índole natural o artificial, es decir muchos taludes podrán ser un gran desafío en el aspecto de diseño, constructivo, protección o de estabilización, inclusive en el sentido de lidiar con ellos para un proyecto sobre ellos.(10, p. 107)

2. Lo más importante en el estudio de estos es el análisis de su estabilidad, lo que conlleva una gran gama de datos adicionales, como lo son los tipos de fallas, la causa de estas, y todos los factores que están involucrados en estas causas, como por ejemplo lo son en gran importancia los sismos y el comportamiento con el agua, desde un punto de vista natural, y las cargas externas que representan las construcciones o diferentes sobrecargas que se le den al suelo, desde un punto de vista artificial. (10, p. 107)

3. Lo que se concluye del capítulo Sistema de Protección de Taludes es que la presencia de vegetación en los taludes resulta muy beneficiosa en el sentido de prevención de la degradación de la superficie, no sólo en lo que se refiere a su función como sistema de protección, sino que también cumplen una cierta misión de refuerzo del terreno, aunque pequeña en comparación a otros sistemas como los Geosintéticos. Otro aspecto que se tiene en cuenta cuando se opta por la vegetación para mejorar la estabilidad superficial de taludes, es la elección del tipo de vegetación a emplear. La absorción de agua realizada por la vegetación depende de la especie y del tipo de suelo en que se encuentre, principalmente de la plantación de árboles ya que actúa como controlador de infiltraciones y tiene

un efecto directo sobre el régimen de aguas ya que posteriormente actúa como secador del suelo, al tomar el agua que requiere para vivir. Se aconseja que, a la hora de elegir el tipo de especie, principalmente se debe usar plantas típicas en la zona y que se adapten al clima existente, y de entre ellas suelen convenir especies de raíces profundas y de alto grado de evapotranspiración. Aún con todo ello, a veces resulta difícil la elección debido a distintos factores como pueden ser la sombra o sol sobre el talud, la fertilidad del suelo y el presupuesto.

Dentro de este capítulo cabe destacar el avance de la bioingeniería, en el cual destaca el uso de la hidrosiembra para proteger taludes y entregar un mejor acabado a los taludes y tiene beneficios tanto económicos, efectivo, ecológica y de rápida aplicación. Una de sus principales ventajas es que puede ser aplicada sobre diferentes tipos y calidades de suelo y siempre que se garantice el riego puede ser efectuado en cualquier época del año. (10, p. 107)

4. Como conclusión del capítulo Sistema de Estabilización de Taludes que si bien, los métodos que se presentan en esta memoria son utilizados habitualmente, son de vital importancia para el desarrollo de nuestro país, debido a que nos permiten construir obras que mejoran la calidad de vida de los habitantes

asegurándoles seguridad a los proyectos. Los grupos que se describen en el capítulo son las alternativas, las cuales en los últimos años se han mejorado, especialmente la tecnología, que le han dado a las obras de taludes en general, por ejemplo, carreteras, taludes naturales, formación de terraplenes y varias obras de reforzamiento de taludes que se requieran para obras específicas, en las cuales se obtiene una notable mejoría en la puesta en obra debido a la reducción de tiempo y costo, agregándole además una increíble mejora en la calidad final de la estructura, desde el punto de vista estructural y estético.

Además, estas nuevas tecnologías de estabilización mencionadas en este capítulo, nos permite una reducción del impacto medio ambiental, debido a la posibilidad de dar distintos acabados superficiales a la estructura. Con respecto a la puesta en obra de estas estructuras, se facilita la labor, debido a que no se necesita el empleo de maquinarias de gran envergadura para su instalación, lo que permite también llegar a zonas de difícil acceso. Además, algunos de estos materiales presentan la posibilidad de reciclaje, con lo que se reduce el impacto que se genera sobre el medio. Estos métodos de estabilización, son y seguirán siendo de suma importancia tanto en la vida como ingeniero, como en la vida de las personas ya que convivimos con ellos y son parte de la mejoría de nuestro entorno. (10, p. 107)

5.El último capítulo de esta memoria nos entrega un ejemplo sobre 2 alternativas para la construcción de un muro de contención de 7 metros de altura y queda de manifiesto que el muro de tierra armada con paneles prefabricados tiene evidentes mejoras comparado con un muro de contención de hormigón armado tradicional, en cuanto a costo de construcción. Todo esto nos indica, que las nuevas tecnologías han llegado para quedarse, en Puerto Montt son diversas las obras viales que están usando este método de estabilización con excelentes resultados, tanto estructurales como estéticos, y este desarrollo continua en avance, tanto en el ámbito de la protección como en la estabilización de taludes.(10, p. 108)

En Ecuador, en la Universidad Técnica de Ambato se presentó la tesis titulada **“ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE TALUDES CON MALLAS METÁLICAS EN LA VÍA ECOLÓGICA SANTA ROSA KM 3+500 DEL CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA”** presentada por José Luis Palate Bombón en el año 2018.

El presente proyecto experimental de investigación tiene como objetivo analizar el método de estabilización de taludes con malla metálica para suelos areno-limosos con pendientes que fluctúen entre 60 y 90 grados, para lo cual fue necesario identificar las características principales de los tipos de suelos encontrados en el talud de la vía Ecológica Santa Rosa Km 3+500, y así mediante el método de estabilización de Fellenius determinar el factor de seguridad que es el principal indicador de la inestabilidad y condición en la que se encuentra el talud en estudio.

Para conocer profundamente las características físicas y mecánicas de los suelos se realizó la investigación de campo mediante observación, evaluación y toma de muestras de los diferentes tipos de suelos a fin someterlas a ensayos de laboratorio cuyos resultados proporcionaron los parámetros para el diseño de taludes.

Para la evaluación de la estabilidad aplicando el método Ordinario o de Fellenius se utilizó el programa GSLOPE en el que se consideró los parámetros físicos y mecánicos de los suelos asumiendo que el talud es homogéneo. El programa proporcionó datos y gráficas del Factor de seguridad crítico y la superficie de deslizamiento. Se analizó las cargas de reforzamiento y anclaje con las que trabaja un sistema flexible; con la cual se implementó al programa, obteniendo así un nuevo y mayor valor del factor de seguridad que permitió determinar que dicho sistema aumenta y ayuda considerablemente a la estabilidad del talud en estudio.(11, p. xiv)

### **Conclusiones:**

- De acuerdo con los resultados de las muestras de suelo tomados en cada estrato del talud, se pudo determinar mediante su granulometría que el suelo es de tipo areno limoso SM, según lo que indica el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).(11, p. 57)
- La cohesión obtenida en cada estrato fue de 0.27 kg/cm<sup>2</sup> , 0.26 kg/cm<sup>2</sup> y 0.23kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, lo cual permite identificar la presencia de limos en este tipo de suelo y en combinación con su bajo contenido de humedad resultan ser muy erosionables en los taludes. (11, p. 57)
- Con el método de cálculo (Fellenius u Ordinario) y la herramienta computacional de diseño (GeoSlope 2012) se determinó un factor de seguridad de 1.219 con las características actuales del talud, lo cual demuestra que el talud en estudio tiene un considerable grado de inestabilidad debido a que no cumple el valor mínimo de 1.25 que establece la NEC 2014. (11, p. 57)
- Mediante la implementación del sistema de estabilización con mallas metálicas de triple torsión se generó un nuevo factor de seguridad de 1.946, teniendo un incremento del 60% de su valor inicial, lo cual al ser el principal indicador de estabilidad se determina que el sistema en estudio contribuye notablemente a la estabilidad del talud. (11, p. 57)
- El uso de mallas metálicas de triple torsión en la estabilización de un talud además de mejorar su estabilidad, contribuye como sistema de contención ante posibles desprendimientos. Debido a la rigidez que posee y además de ser un material galvanizado su mantenimiento será relativamente bajo. La adquisición es



- una gran ventaja debido a que la demanda si bien aún no es para fines de estabilidad, se la comercializa en su gran mayoría para el uso en cerramientos, por lo cual se tendrá un acceso fácil al mismo. (11, p. 57)
- El parámetro de mayor influencia en el sistema de mallas metálicas y con el cual fue analizado es el módulo de rigidez (2kgf/mm<sup>2</sup>), que interviene directamente con el aumento en el factor de seguridad, sin dejar de tomar en cuenta factores como: fuerza en los anclajes, y las propiedades geomecánicas y geométricas de los taludes.(11, p. 58)
- □ La variación de la separación de anclajes (6 anclajes distribuidos y alineados horizontal y verticalmente cada 1.50m) fueron seleccionados de acuerdo a la práctica constructiva y de instalación de éstos en otras obras de estabilización que llevaron un seguimiento y factibilidad de los mismos. (11, p. 58)

#### **Recomendaciones:**

- Para lograr aumentos en el factor de seguridad con los cuales se cumpla la normativa y mediante el uso de mallas de bajo módulo de rigidez, es necesario utilizar separaciones en los anclajes muy bajas.(11, p. 58)
- Existen diferentes combinaciones de rigideces de la malla, fuerza de anclaje y separación de los mismos, con las cuales se podrá estabilizar el talud, por lo tanto, se recomienda realizar optimizaciones al diseño del sistema que permitan reducir costos y tiempos de construcción. (11, p. 58)
- Combinar con otros métodos de estabilización complementará un mejor funcionamiento del sistema, como por ejemplo el estimular la siembra de especies vegetales nativas en las paredes de los taludes mediante un proceso técnico, que implica un estudio de mitigación ambiental y un plan de manejo ambiental. (11, p. 58)

- Se hace necesario continuar la línea de investigación en tesis futuras realizando ensayos de campo a escala real con el fin de instalar este sistema basando los diseños en la metodología planteada en la presente tesis, verificar su funcionamiento y definir cuál sería la forma apropiada de instalación del sistema. (11, p. 58)

En el año 2018 fue presentado en la facultad de ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, la tesis titulada **“ANÁLISIS DE TALUDES POR EL MÉTODO BISHOP”** presentada por Domínguez Grajales Martín de Jesús.

La presente tesis tiene como objetivo principal facilitar y agilizar el cálculo del factor de seguridad de un talud heterogéneo, esto con ayuda de un programa digitalizado y programado en el software “Excel”. Para llegar a este valor, se utilizará el método de Bishop, para suelos cohesivos-friccionantes. Lo que se intentó hacer es utilizar un método muy complejo y detallado como es el “Método de Bishop” y posteriormente programarlo en Excel, de tal manera que sea de utilidad en la práctica profesional, ya que el programa está diseñado para únicamente pedir datos básicos relacionadas al talud, como las características intrínsecas y extrínsecas relacionadas al suelo, y de esta manera calcular el factor de seguridad.

En el capítulo I se presenta una breve explicación de la utilidad que tiene el deducir el factor de seguridad de un talud para la práctica profesional de un ingeniero. Así mismo se mencionan los métodos tradicionales y convencionales de la vida laboral, y su impacto en el buen desarrollo constructivo. Por último, se hará un análisis de las consideraciones de cada uno de los métodos vistos, como el hecho de considerar el sismo y la zona en la que se encuentra ubicado dicho talud.

En el capítulo II se presentará y expondrá con detalle el método de Bishop para suelos cohesivos-friccionantes, el cual considera un arco de circunferencia como la posible falla de un talud, dividiendo a este arco en dovelas para su correcto análisis. Además, se explicará cómo el método introduce la fuerza sísmica horizontal y vertical dentro de su análisis.

Por su parte en el capítulo III se desarrollará el punto principal por el cual fue realizada el presente trabajo de tesis, ya que es aquí donde se explicará a detalle el procedimiento numérico que se llevó a cabo en el software EXCEL y que dio como resultado un programa

capaz de analizar un talud de suelo heterogéneo, específicamente se consideraron 4 estratos; un suelo cohesivo friccionante, que considera la fuerza sísmica dependiendo la ubicación geográfica del talud y que finalmente arroja un factor de seguridad de manera sencilla y práctica, ya que sólo necesita de datos básicos que el usuario debe introducir al programa.

En el capítulo IV se harán comparaciones entre los métodos existentes y el método que se propone, el cual como ya se ha mencionado se apoya en un software para mayor precisión y sobre todo para mayor facilidad. Cabe resaltar que muchos de los ejemplos que se mostrarán serán para suelos homogéneos ya que los métodos tradicionales no consideran un suelo heterogéneo. Posteriormente se demostrará el potencial de dicho programa con ejemplos de taludes no homogéneos; llegando aquí a la parte más elemental de esta tesis y por lo cual se ha hecho este trabajo arduo de investigación.

Finalmente, en el capítulo V se hará un resumen de lo visto a lo largo de la tesis, así mismo se revisará si se cumplieron los objetivos de la misma y por último se explicarán las ventajas y las aplicaciones que este programa tiene en comparación de un método convencional, y así mismo se evidenciará las limitaciones y alcances que puede tener el método propuesto. El contenido de este trabajo intenta demostrar situaciones reales y soluciones prácticas, que se apoyan en elementos básicos como lo es la tecnología para de esta forma dar resultados con mayor precisión y por consecuencia más confiables.(12, p. 2)

### **Conclusiones:**

Para esta presenta tesis se ha cumplido los objetivos y alcances propuestos en el inicio del mismo, ya que principalmente se logró diseñar un programa computarizado capaz de analizar la estabilidad de un talud, lo cual como se mencionó en un principio, era el objetivo principal, posteriormente se añadieron ciertas mejoras que hacen de esta presente tesis un proyecto de mayor relevancia en la práctica profesional, dentro de estas mejoras están las siguientes:(12, p. 56)

1) Se logró diseñar un programa para el análisis de un talud con suelo cohesivo-friccionante; el cuál además puede ser heterogéneo (hasta 4 estratos diferentes), lo que usualmente se encuentra más en el diseño de la práctica profesional. (12, p. 56)

2) Además, este programa se diseñó en un software que es muy común dentro de los programas básicos que suele tener cargada una computadora, como lo es "Excel", por lo que este programa se puede considerar fácil y práctico en su utilización. (12, p. 56)

3) A lo largo de la programación de prueba y error que se ha hecho con este programa se pudo observar ciertos errores mínimos que se presentan en los cálculos del método de Bishop, esto se ve principalmente en la geometría del talud, la cual es realmente

complicada programar con exactitud, sin embargo, como ya se comentó este error es mínimo y está del lado de la seguridad por lo que puede entenderse que no se correrá ningún tipo de riesgo al momento de utilizar el presente programa. (12, p. 56)

4) Un mejoramiento que se podría agregar a este programa podría ser el dar la oportunidad de elegir al usuario una mayor cantidad de estratos para el talud ya que esto beneficiaría el diseño de dicho usuario, sin embargo, se debe de considerar utilizar otro software con mayor potencial que Excel ya que este programa tiene ciertas limitantes que impedirían la correcta programación de dicho programa con esas características en particular(12, p. 56)

### 3.1.3. Antecedentes Complementarios:

En el año 2009 fue presentado en la facultad de ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, la tesis titulada **“PROCEDIMIENTOS DE INVESTIGACIÓN Y COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS DE BISHOP MODIFICADO, JANBÚ Y FELLENIUS PARA EL CÁLCULO DE ESTABILIDAD DE TALUDES”** presentada por Diego Bernabé Morales Alvarado.

Donde se aprecia que la antes mencionada tesis tiene como objetivos general Elaborar una guía que incluya los lineamientos básicos y elementales para el estudio de estabilidad de taludes, tomando en cuenta los diversos factores que intervienen en el mismo, ya que el buen conocimiento del comportamiento del mismo frente a sus posibles roturas, repercute enormemente en los costes y en la seguridad, por ello, las investigaciones de campo (in situ) y de laboratorio planteadas en el presente trabajo de manera detallada deben ser las suficientes, como para poder garantizar en la medida de lo posible las condiciones geomecánicas del terreno, así como los posibles mecanismo de rotura. Además de realizar la **comparación de los métodos de equilibrio límite de Bishop Modificado, Fellenius y Janbú** ya que son los más ampliamente utilizados por su facilidad y confiabilidad para el cálculo del factor de seguridad del talud. Y como objetivos específicos:

- 1.- Recopilar la información reciente existente sobre los procedimientos de investigación que se están aplicando para evaluar la estabilidad de los taludes.
2. Determinar las ventajas de la aplicación de los métodos de equilibrio límite planteados para calcular la estabilidad de los taludes.
3. Realizar problemas aplicando los tres métodos recomendados y utilizados de manera universal por los expertos en este campo, debido a su simplicidad y efectividad para calcular los factores de seguridad.

4. Desarrollar una guía que contenga procedimientos prácticos y detallados para realizar los estudios preliminares de cualquier tipo de talud que sea de utilidad para los estudiantes de los cursos de Mecánica de suelos y Cimentaciones, además de los profesionales que tengan interés en el tema.

Los métodos más ampliamente utilizados para el análisis de la estabilidad de taludes son los de equilibrio límite, ya que están amparados por la amplia experiencia que hay en su empleo con éxito para resolver problemas de estabilidad de taludes. Dentro de estos métodos se encuentran el Ordinario o Fellenius, Bishop Modificado y Janbú.

La descripción y comparación de los métodos descritos en el párrafo anterior constituyen una herramienta básica y elemental para el cálculo de estabilidad de taludes que servirá como guía para los estudiantes y profesionales interesados en este campo, ya que la mayoría de programas comerciales que existen en el mercado, utilizan alguno de estos tres métodos como base para realizar los cálculos.

Además, se plantea una guía que se debe seguir para realizar la caracterización del talud que se estudiará. Dentro de este punto es de suma importancia poder tener claro los estudios de suelos que se deben ejecutar. En el campo se busca obtener la mayor cantidad de información posible. Para lograr este objetivo es necesario realizar los ensayos que mejor se relacionen con el suelo en cuestión, ya que a partir de ellos y mediante correlaciones desarrolladas a lo largo del tiempo se pueden inferir ciertas propiedades de los materiales en estudio. (16, p.36)

## CONCLUSIONES

3.- Para el cálculo de estabilidad de taludes, los datos mínimos que se deben obtener del estudio de suelos que se realice del lugar son: El ángulo de fricción interna ( $\Phi$ ), la cohesión ( $C'$ ) y el peso específico del terreno ( $\gamma$ ). El tipo de ensayo que se realice en campo para obtener las muestras que se analizarán en laboratorio, está en función de la topografía del terreno, accesibilidad al proyecto y disponibilidad de recursos económicos. (16, p.159)

4.- Los ensayos de resistencia tienen por finalidad estimar la resistencia del suelo. Para estimar la resistencia no drenada del suelo se utilizan ensayos como el penetrómetro y la veleta de bolsillo (también pueden ser realizados en campo) y los ensayos no drenados con y sin confinamiento en la cámara triaxial (más costosos). En el caso de la resistencia drenada del suelo también se puede utilizar la cámara triaxial con velocidades más bajas de aplicación de las cargas y el ensayo de corte directo. Este último generalmente se reserva para los materiales granulares.(16, p.160)

5.- El Método Ordinario o de Fellenius, ignora las fuerzas entre dovelas, a fin de convertir el problema en estáticamente determinado. Es el más simple de todos los métodos de dovelas y a la vez el más conservador, proporcionando el Factor de Seguridad (F.S) más bajo. Este método sólo es aplicable a superficies de falla circulares. . (16, p.160)

6.- El Método simplificado de Bishop sólo es aplicable a superficies de rotura circulares. Considera el equilibrio de fuerzas en la dirección vertical. La solución es indeterminada debido a que el Factor de Seguridad (F.S) aparece en ambos lados de la igualdad, por lo que se requiere un proceso iterativo para resolverlo. La convergencia de los datos es rápida. Es considerado uno de los métodos más precisos de equilibrio límite, comparado con los llamados rigurosos o precisos. . (16, p.160)



7.- El Método simplificado de Janbú se aplica a cualquier tipo de superficie de rotura. No cumple con el equilibrio de momentos pero si con el de fuerzas. De la misma manera que ocurre con el Método de Bishop, la solución requiere un proceso iterativo, ya que, la ecuación es indeterminada. .(16, p.161)

8.- Los métodos de equilibrio límite que se utilizaron para la resolución de la estabilidad del talud estudiado son de fácil comprensión y uso. Se pueden diseñar hojas electrónicas en Excel para la resolución de los mismos. Cabe destacar que los Métodos de Bishop modificado y Janbú son los más precisos, en comparación con los llamados métodos rigurosos o exactos, tales como Spencer, Morgenstern y Price, y el de Sarma. Además que no presentan una complejidad matemática y dificultad en el planteamiento del problema, como pasa con los métodos rigurosos. .(16, p.161)

9.- Existen diferentes formas de enfocar y resolver cada problema en específico, en lo que se refiere a la estabilidad de masas de tierra, ya que la metodología que se requiera emplear en los taludes estudiados, depende de una serie de factores técnicos, sociales, económicos y políticos. Algunas de las metodologías utilizadas para disminuir o eliminar el riesgo de los deslizamientos de tierra son: Prevención, Elusión de la Amenaza, Control y Estabilización. Por lo que se recomienda investigar en cada una de estas posibilidades propuestas, para implementar las que mejor se adecuen a la zona estudiada. .(16, p.161)

En el año 2009 fue presentado en la escuela superior de ingeniería y arquitectura del instituto politécnico nacional de México, la tesis titulada “**COMPARATIVA DE LOS MÉTODOS DE CÁLCULO EN ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES**” presentada por Tapia Alfaro Ana Lizeth, donde se aprecia que la antes mencionada tesista tiene como objetivo realizar una comparativa de los diferentes Métodos de Cálculo en el análisis de estabilidad de taludes para determinar la influencia del comportamiento de los diferentes parámetros que se toman en cuenta para llevar a cabo dicha comparativa. Y como objetivos específicos:

1.-Realizar una presentación de los fundamentos teóricos necesarios para comprender los procesos de movimientos que afectan a la estabilidad de taludes y que son objeto de estudio en el presente trabajo. (17, p.8)

2.-Analizar los diferentes procedimientos que pueden ayudarnos a establecer criterios de decisión en la estabilidad de taludes para poder comprender los factores y las variables que afectan a estas estructuras, ya que de acuerdo a cada autor se tomarán en cuenta diversas variables, así como su desarrollo en particular. (17, p.9)

3.- Establecer los tipos y causas de las fallas más comunes que suelen presentarse en el campo, para desarrollar así la mejor solución posible en la estabilización de taludes pues a partir de ello también se formará un criterio más amplio y correcto para definir las posibles soluciones a emplear sin descuidar tanto el criterio teórico como el económico que son partes vitales de cualquier obra de infraestructura civil. (17, p.9)

4.- Llevar a cabo el análisis de estabilidad de taludes según diversos procedimientos para observar su comportamiento y conocer como el factor de seguridad de éstos tiene diversos valores de acuerdo al tipo de suelo en estudio, pues esto nos permite determinar el mecanismo de falla y su tratamiento de acuerdo con las condiciones físicas del suelo con el uso apropiado de los

métodos para estabilización de suelos los que presentan sus propias características a diferencia de las rocas. (17, p.9)

5.- Determinar el comportamiento propio y específico de los taludes en rocas, de acuerdo a los factores físico y químicos que ocasionan fallas en los mismos. Así como también establecer sus propios mecanismos de falla y el análisis de estabilidad que le corresponda a este tipo de taludes. (17, p.9)

6.- Llevar a cabo diversos Métodos de análisis de estabilidad de taludes de roca, y hacer una comparativa entre éstos tomando en cuenta los factores y las variables que se definen para cada uno de ellos, y la manera en que se realiza su análisis, así como el criterio del factor de seguridad mínimo establecido por cada uno de sus autores para la evaluación de este tipo de estructuras. De manera que se pueda establecer un diseño geométrico correcto, así como criterio económico aceptable. (17, p.9)

7.- Desarrollar diversos métodos de estabilización de taludes en suelos y rocas a través de ejemplos que nos permitan comprender como llevar a cabo un análisis adecuado y desarrollar una solución tanto analítica como gráfica en campo una vez que se han comprendido los conceptos y definiciones expuestas por cada autor. (17, p.9)

## **CONCLUSIONES**

1.-Una vez desarrollado el análisis de estabilidad de taludes y vista la comparativa de los resultados obtenidos en los diferentes métodos propuestos en los capítulos anteriores, se puede concluir que llevar a cabo ésta comparativa nos ayuda a comprender mejor el comportamiento interno de los taludes, tanto en suelos como en rocas. (17, p.197)

2.-Así como la determinación de criterios geométricos, el establecimiento de un factor de seguridad y la correcta ubicación de la obra y su proceso constructivo y como cada uno tiene variables específicas que lo hacen particular, por lo que debemos ser sumamente cuidadosos en el análisis de estas estructuras terreas ya que la información obtenida nos da una mayor visión de lo que podemos encontrar en la realidad. (17, p.197)

3.-Además de que el presente trabajo también tiene como finalidad el servir como material de consulta en futuros proyectos que impliquen el tratamiento de la estabilización de taludes. La comparativa de los métodos de estabilidad de taludes también nos permite establecer los criterios económicos vitales en la obras de infraestructura, pues al conocer y determinar la ubicación correcta para el corte de taludes también estamos determinando el éxito financiero de nuestra obra ya que en caso de error las consecuencias en costo y operación pueden ocasionar la pérdida completa de la obra civil. (17, p.197)

En el año 2017 fue presentado en la universidad técnica particular de Loja, el trabajo de titulación “**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS METODOLOGÍAS DE CÁLCULO DE ESTABILIDAD DE TALUDES**” presentada por Curipoma Viteri, Andrea Estefhanía, donde se aprecia que la antes mencionada tesista tiene como objetivo general realizar un análisis comparativo de los diferentes métodos de cálculo de estabilidad de taludes determinando la influencia de sus hipótesis y parámetros requeridos. Los objetivos específicos planteados para alcanzar dicha propuesta son: 1) clarificar la fundamentación teórica considerada en el análisis de estabilidad ligado a los mecanismos de falla supuestos y 2) analizar los diversos procedimientos que conlleven a obtener los factores de seguridad. La metodología a emplear es cuantitativa no experimental; inicia con la recopilación bibliográfica necesaria y la posterior recolección de información de campo y laboratorio en las zonas de estudio seleccionadas; luego se procede al planteamiento de ejercicios tipo y elaboración de hojas de cálculo del factor de seguridad (FS) de los métodos elegidos. A continuación, se realiza la modelación de los taludes en dos softwares de estabilidad: Slide v.5.0 y Phase2 (versiones de prueba de libre acceso). Finalmente se analiza los resultados obtenidos estableciendo las conclusiones y recomendaciones requeridas que cumplan con los objetivos inicialmente planteados. (18, p.4)

## **CONCLUSIONES**

Luego de la caracterización geomecánica con base a ensayos de laboratorio correspondientes a los suelos de las zonas seleccionadas, la determinación de perfiles topográficos representativos de los taludes y el análisis de estabilidad con ábacos, métodos de dovelas (equilibrio límite LEM) y metodologías tensodeformacionales (elementos finitos FEM), se han establecido las siguientes conclusiones: (18, p.45)

1.-El número de muestras recuperadas debe ser representativo de los taludes evaluados y fundamentado en la exploración de campo sin afectar la factibilidad económica del proyecto. (18, p.45)

2.-Los métodos LEM reflejan adecuadamente la estabilidad de los taludes analizados; sin embargo, la selección del método de cálculo adecuado en un análisis de estabilidad debe partir de la comprensión de sus hipótesis, capacidades y limitantes. El discernimiento del FS que concuerde adecuadamente con la realidad visualizada en campo queda a juicio del ingeniero geotécnico. (18, p.45)

3.-Los taludes cuyos estratos buzcan en dirección aproximadamente cercana al buzamiento del perfil topográfico son menos estables ( $FS < 1$ ); situación contraria ocurre cuando los estratos buzcan en sentido opuesto a la inclinación de la superficie del talud ( $FS > 1$ ). Cabe destacar que las propiedades de resistencia al corte del suelo y nivel freático son otras condicionantes fundamentales en la estabilidad, además en evaluaciones de taludes en roca influye considerablemente la presencia de discontinuidades, juntas, foliaciones, entre otras. (18, p.45)

4.-Los ábacos de Hoek y Bray dan FS mayores en el rango de 20 % a 68 % respecto a Bishop simplificado en deslizamientos superficiales planares mientras que en fallas por círculos profundos subestiman la estabilidad entre 20 % y 34 %. Estos resultados son exclusivos de la investigación por las modificaciones efectuadas a los taludes analizados previo al uso de la metodología. (18, p.45)

5.-Los ábacos de Taylor sobrestiman el FS respecto a métodos precisos como Spencer entre 19 % y 73 % por el ajuste realizado al buzamiento y parámetros de resistencia al corte de los taludes evaluados. Sin embargo, cuando las propiedades geotécnicas equivalentes se adaptan a las condicionantes establecidas por el método, la variación del FS puede llegar a 3.9 % como se evidenció en el ejercicio 5. (18, p.45)

6.-Los ábacos de talud infinito pueden considerarse adecuados en análisis preliminares de suelos estratificados con materiales poco o nada cohesivos apoyados sobre estratos más resistentes porque sobreestimaron en máximo 8.7 % el FS en comparación a métodos de dovelas; resultados que son congruentes a las investigaciones de Olivia (1999), Suárez Díaz (2009) y Duncan et al. (2014). (18, p.46)

7.-La dispersión máxima de los FS calculados por métodos de dovelas (6.2 %) se aproxima a resultados de investigaciones actualizadas como Duncan et al. (2014), Lau y Cheng (2008) y Wei et al. (2010). (18, p.46)

8.-La incidencia de las hipótesis asumidas en los métodos de dovelas está ligado a la forma de superficie de rotura. En taludes con fallas superficiales planares asociados a talud infinito y círculos profundos, los FS calculados por Bishop simplificado se aproximan a métodos que satisfacen todo el equilibrio estático como Spencer (variación máxima de 0.6%). Este escenario no se cumple en superficies de rotura compuestas, cuñas y bloques donde el equilibrio de fuerzas es el principal condicionante de la estabilidad como lo expone Krahn (2003). (18, p.46)

9.-Janbú simplificado sobreestima en máximo 6.2 % los FS calculados respecto a Spencer en deslizamientos superficiales planares y da resultados hasta 3.4 % menores en roturas por círculos profundos. En fallas tipo cuñas, Janbú simplificado converge con mayor cercanía a Spencer; estos resultados concuerdan a las investigaciones de Aguilar y Zúñiga (2015), Krahn (2003) y Rivas (2007). (18, p.46)

10.-El análisis de estabilidad con el software Slide, que emplea métodos de equilibrio límite, posibilita al usuario la generación de un mallado automático para la búsqueda de círculos probables de falla. Sin embargo, sus límites deben refinarse en función del

reconocimiento visual en campo de indicios de rotura (geometría y tipo de movimiento de masa) en los taludes evaluados. (18, p.46)

11.-En taludes de geometría sencilla con superficies de falla circular los métodos LEM difieren en máximo 12.4 % de análisis FEM, lo cual concuerda con resultados del IGME (1987). (18, p.46)



### 3.2. Bases teóricas

#### 3.2.1. NOMENCLATURA DE UN TALUD O LADERA

Un talud o ladera es una masa de tierra que no es plana, sino que posee pendiente o cambios de altura significativos. En la literatura técnica se define como ladera cuando su conformación actual tuvo como origen un proceso natural y talud cuando se conformó artificialmente (Figura 1). (13, p. 1)

Las laderas que han permanecido estables por muchos años pueden fallar en forma imprevista debido a cambios topográficos, sismicidad, flujos de agua subterránea, cambios en la resistencia del suelo, meteorización o factores de tipo antrópico o natural que modifiquen su estado natural de estabilidad. Los taludes se pueden agrupar en tres categorías generales: Los terraplenes, los cortes de laderas naturales y los muros de contención. Además, se pueden presentar combinaciones de los diversos tipos de taludes y laderas. (13, p. 2)

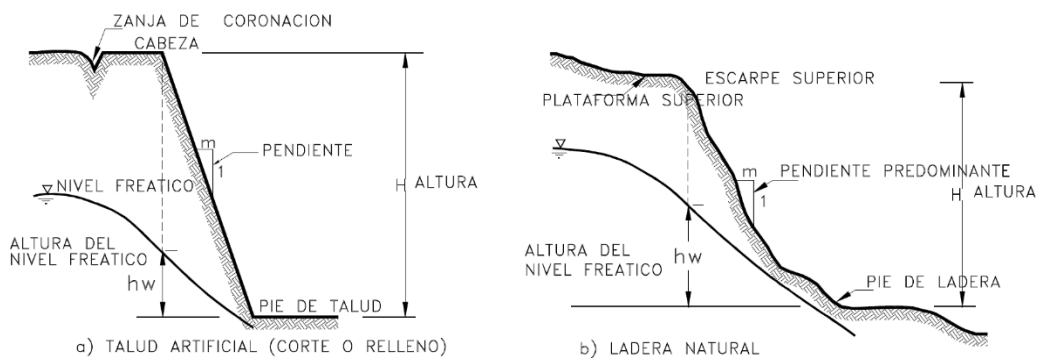


Figura 1. Nomenclatura de taludes y laderas.

En el talud o ladera se definen los siguientes elementos constitutivos:

### **1. Altura**

Es la distancia vertical entre el pie y la cabeza, la cual se presenta claramente definida en taludes artificiales, pero es complicada de cuantificar en las laderas debido a que el pie y la cabeza no son accidentes topográficos bien marcados. (13, p. 2)

### **2. Pie**

Corresponde al sitio de cambio brusco de pendiente en la parte inferior. (13, p. 2)

### **3. Cabeza o escarpe**

Se refiere al sitio de cambio brusco de pendiente en la parte superior. (13, p. 2)

### **4. Altura de nivel freático**

Distancia vertical desde el pie del talud o ladera hasta el nivel de agua medida debajo de la cabeza. (13, p. 2)

### **5. Pendiente**

Es la medida de la inclinación del talud o ladera. Puede medirse en grados, en porcentaje o en relación m/1, en la cual m es la distancia horizontal que corresponde a una unidad de distancia vertical. Ejemplo: Pendiente:  $45^\circ$ , 100%, o 1H:1V. (13, p. 2)

Existen, además, otros factores topográficos que se requiere definir como son longitud, convexidad (vertical), curvatura (horizontal) y área de cuenca de drenaje, los cuales pueden tener influencia sobre el comportamiento geotécnico del talud. (13, p. 2)

### 3.2.2. RESISTENCIA CORTANTE DEL SUELO

La resistencia cortante de una masa de suelo es la resistencia interna por área unitaria que la masa de suelo ofrece para resistir la falla y el deslizamiento a lo largo de cualquier plano dentro de él [...].(14, p. 207)

### 3.2.3. CRITERIOS DE FALLA DE MOHR-COULOMB

Mohr (1900) presentó una teoría sobre la ruptura de los materiales. Esta teoría afirma que un material falla debido a una combinación crítica de esfuerzos normales y esfuerzos cortantes, y no sólo por la presencia de un esfuerzo máximo normal o bien de un esfuerzo máximo cortante. Así entonces, la relación funcional entre un esfuerzo normal y un esfuerzo cortante sobre un plano de falla se expresa en forma (figura 2.a) (14, p. 207)

$$\tau_f = f(\sigma) \quad (1.0)$$

Donde:

$\tau_f =$  Esfuerzo cortante sobre el plano de falla

$\sigma =$  Esfuerzo normal sobre el plano de falla

La envolvente de falla definida por la ecuación 1.0 es una línea curva, como lo muestra la figura 2.b. Para la mayoría de los problemas de mecánica de suelos, es suficiente aproximar el esfuerzo cortante sobre un plano de falla como una función lineal del esfuerzo normal (Coulomb, 1776). Esta relación se escribe como(14, p. 207)

$$\tau_f = c + \sigma \tan \phi \quad (1.1)$$

Donde:

$c =$  Cohesión

$\phi =$  Ángulo de fricción interna

La ecuación precedente se le llama como criterio de falla de Mohr-Coulomb.

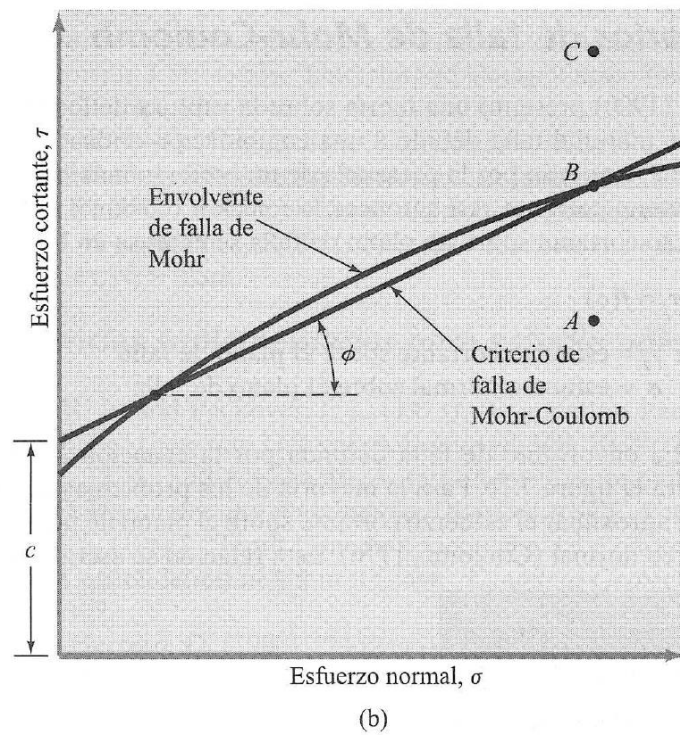
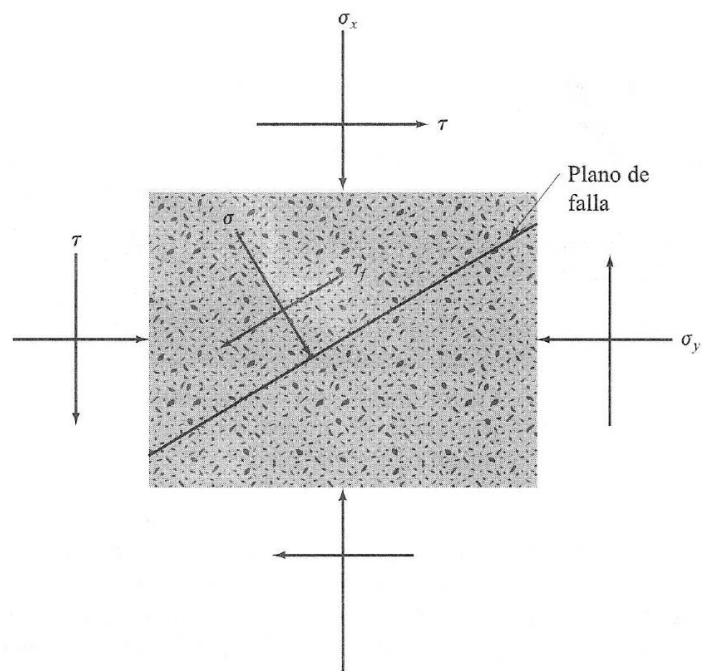


Figura 2. Envolvente de falla de Mohr y los Criterios de falla de Mohr-Coulomb

El significado de la envolvente de falla se explica como sigue: si el esfuerzo normal y el esfuerzo cortante sobre un plano en una masa de suelo son tales que son representados por el punto A en la figura 2.b, entonces no ocurrirá una falla cortante a lo largo de ese plano. Si el esfuerzo normal y el esfuerzo cortante sobre un plano son representados por el punto B (que se encuentra sobre la envolvente de falla), entonces ocurrirá una falla cortante a lo largo de ese plano. Un estado de esfuerzo sobre un plano representado por el punto C no existe porque éste queda por arriba de la envolvente de falla y la falla cortante ya habría ocurrido en el suelo. (14, p. 209)

### 3.2.4. INCLINACIÓN DEL PLANO DE FALLA CAUSADO POR CORTANTE.

Como se establece en el criterio de falla de Mohr-Coulomb, la falla por cortante ocurrirá cuando el esfuerzo cortante sobre un plano alcanza un valor dado por la ecuación (1.1). Para determinar la inclinación del plano de falla respecto al plano principal mayor, refiérase a la figura 3, donde  $\sigma_1$  y  $\sigma_3$ , son, respectivamente, los esfuerzos principales mayor y menor. El plano de falla  $EF$  forma el ángulo  $\theta$  con el plano principal mayor. Para determinar el ángulo  $\theta$  y la relación entre  $\sigma_1$  y  $\sigma_3$  refiérase a la figura 4, que es una gráfica del círculo de Mohr para el estado de esfuerzo mostrado en la figura 3. En la figura 4,  $fgh$  es la envolvente de falla definida por la relación  $s = c + \sigma \tan \phi$ . La línea radial  $ab$  define el plano principal mayor ( $CD$  en la figura 3), y la línea radial  $ab$  define el plano de falla ( $EF$  en la figura 3). Se muestra que  $\angle bad = 2\theta = 90 + \phi$ . (14, p. 209)

$$\theta = 45 + \frac{\phi}{2} \quad (1.2)$$

De modo, de la figura 4, tenemos

$$\frac{\overline{ad}}{\overline{fa}} = \text{sen } \phi \quad (1.3)$$

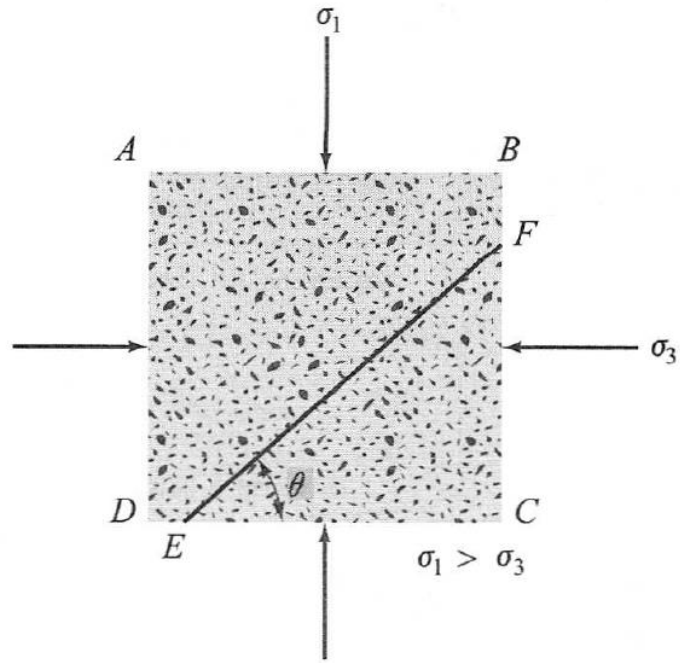


Figura 3. Inclinación del plano de falla en el suelo con respecto al plano principal mayor.

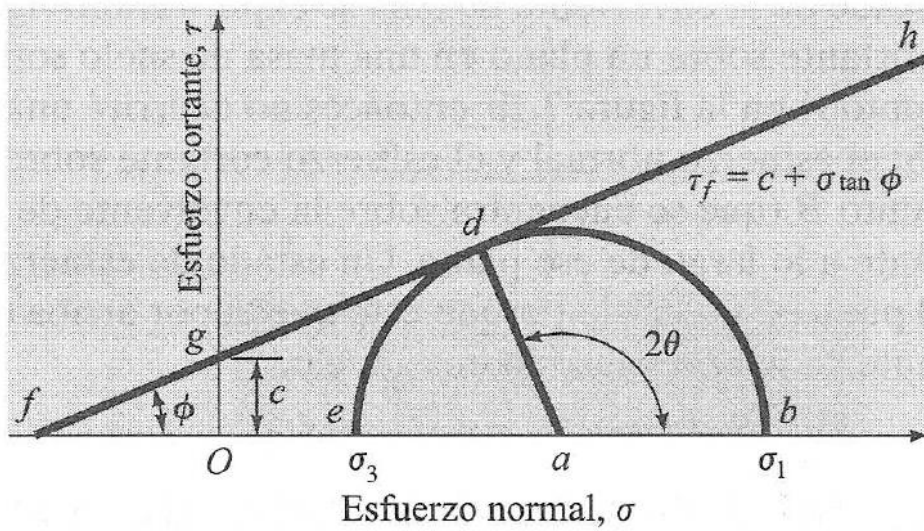


Figura 4. Círculo de Mohr y envolvente de falla.

$$\bar{f}a = fO + Oa = c \cot \phi + \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} \quad (1.4)$$

también

$$\bar{a}d = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} \quad (1.4a)$$

Sustituyendo las ecuaciones (1.4) y (1.4b) en la ecuación (1.3), obtenemos

$$\text{sen } \phi = \frac{\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}}{c \cot \phi + \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}}$$

O

$$\sigma_1 = \sigma_3 \left( \frac{1 + \text{sen } \phi}{1 - \text{sen } \phi} \right) + 2c \left( \frac{\cos \phi}{1 - \text{sen } \phi} \right) \quad (1.5)$$

Sin embargo,

$$\left( \frac{1 + \text{sen } \phi}{1 - \text{sen } \phi} \right) = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

y

$$\left( \frac{\cos \phi}{1 - \text{sen } \phi} \right) = \tan \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

Entonces,

$$\sigma_1 = \sigma_3 \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) + 2c \tan \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) \quad (1.6)$$

Esta relación es el criterio de falla de Mohr-Coulomb expresada en términos de los esfuerzos de falla. (14, p. 210)

### 3.2.5. INCLINACIÓN DEL PLANO DE FALLA CAUSADO POR CORTANTE.

En un suelo saturado, el esfuerzo normal total en un punto es la suma del esfuerzo efectivo y la presión de poro, o(14, p. 211)

$$\sigma = \sigma' + u$$

El esfuerzo efectivo  $\sigma'$  es tomado por los sólidos del suelo. Entonces, para aplicar la ecuación (1.1) a la mecánica del suelo tenemos que reescribirla como(14, p. 211)

$$\tau_f = c + (\sigma - u) \tan \phi = c + \sigma' \tan \phi \quad (1.7)$$

El valor de  $e$  para la arena y el limo inorgánico es 0. Para arcillas normalmente consolidadas,  $c$  se considera igual a 0. Las arcillas sobre consolidadas tienen valores de  $c$  que son mayores que 0. El ángulo de fricción  $\phi$  se llama a veces el ángulo de fricción drenado. [...]. Para arcillas normalmente consolidadas, el ángulo de fricción  $\phi$  generalmente varía entre  $20^\circ$  y  $30^\circ$ . Para arcillas preconsolidadas, la magnitud de  $\phi$  decrece. Para arcillas naturales no cementadas, preconsolidadas con presión de preconsolidación menor que aproximadamente  $1000 \text{ kN/m}^2$ , la magnitud de  $c$  cae en el rango de 5 a  $15 \text{ kN/m}^2$ . (14, p. 211)

### 3.2.6. FACTOR DE SEGURIDAD

La tarea del ingeniero encargado de analizar la estabilidad de un talud es determinar el factor de seguridad. En general, el factor de seguridad se define como:(14, p. 339)

$$FS_s = \frac{\tau_f}{\tau_d} \quad (2.0)$$

Donde:

$FS_s =$  Factor de seguridad con respecto a la resistencia.

$\tau_f =$  Resistencia cortante promedio del suelo.



$\tau_d =$  Resistencia cortante promedio desarrollado  
a lo largo de la superficie de falla.

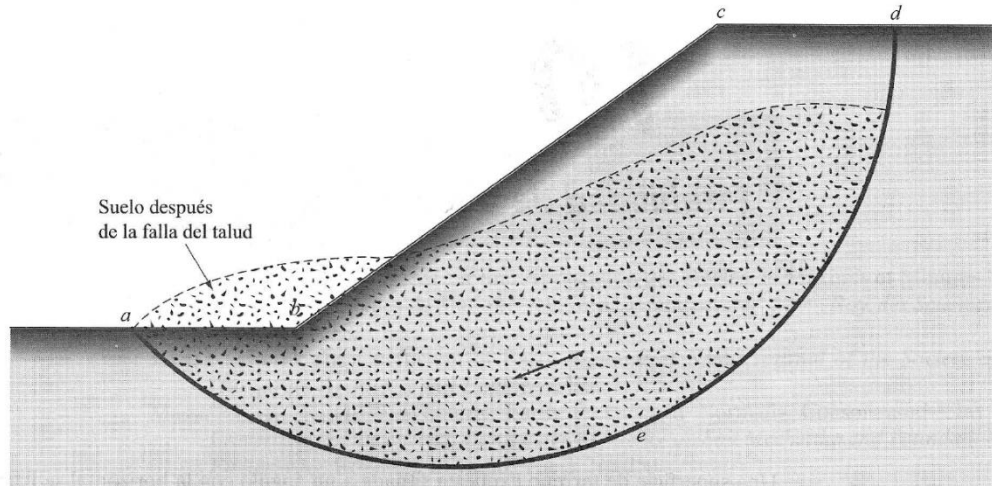


Figura 5a. Falla de talud

La resistencia cortante de un suelo consta de dos componentes, la cohesión y la fricción, y se expresa como:(14, p. 340)

$$\tau_f = c + \sigma' \tan \phi \quad (2.1)$$

Donde:

$c =$  Cohesión

$\phi =$  Ángulo de fricción interna

$\sigma' =$  Esfuerzo normal efectivo sobre la superficie de falla

De manera similar también escribimos

$$\tau_d = c_d + \sigma' \tan \phi_d \quad (2.2)$$

Donde  $c_d$  y  $\phi_d$  son, respectivamente, la cohesión efectiva y el ángulo de fricción que se desarrolla a lo largo de la superficie potencial de falla. Sustituyendo las ecuaciones (2.2) y (2.3) en la ecuación (2.1) (14, p. 340)

$$FS_s = \frac{\tau_f = c + \sigma' \tan \phi}{\tau_d = c_d + \sigma' \tan \phi_d} \quad (2.3)$$

Podemos ahora introducir algunos otros aspectos del factor de seguridad, es decir. el factor de seguridad con respecto a la cohesión  $FS_c$  y el factor de seguridad con respecto a la fricción  $FS_\phi$  y se definen como sigue: (14, p. 340)

$$FS_c = \frac{c}{c_d} \quad (2.4)$$

Y

$$FS_\phi = \frac{\tan \phi}{\tan \phi_d} \quad (2.5)$$

Cuando se comparan las ecuaciones (2.3), (2.4) y (2.5), vemos que cuando  $FS_c$  se vuelve igual a  $FS_\phi$  ese es el factor de seguridad con respecto a la resistencia. O si (14, p. 341)

$$\frac{c}{c_d} = \frac{\tan \phi}{\tan \phi_d}$$

Podemos escribir

$$FS_s = FS_c = FS_\phi$$

Cuando  $F_s$  es igual a 1, el talud está en un estado de falla incipiente. generalmente, un valor de 1.5 para el factor de seguridad con respecto a la resistencia es aceptable para el diseño de un talud estable. (14, p. 341)

### 3.2.7. TALUD INFINITO

[...]. Un talud infinito es aquel en el que  $H$  es mucho mayor que la altura del talud(14, p. 341)

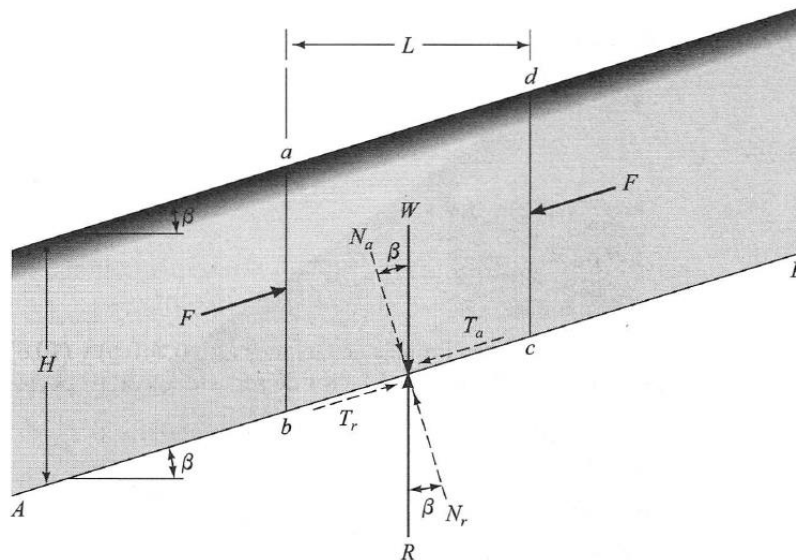


Figura 5b. Diagrama de un talud infinito (Sin infiltración)

### 3.2.8. TALUD FINITOS

Cuando el valor de  $H_{cr}$  tiende a la altura del talud, éste es considerado generalmente como finito. Por simplicidad, al analizar la estabilidad de un talud finito en un suelo homogéneo, tenemos que hacer una suposición acerca de la forma general de la superficie potencial de falla. Aunque existe una evidencia considerable de que las fallas de taludes ocurren sobre superficies de falla curvas, Culmann (1875) aproximó la superficie potencial de falla por un plano. El factor de seguridad,  $FS_s$ , calculado usando la aproximación de Culmann, da resultados bastante buenos solamente para taludes casi verticales. Después de extensas investigaciones de fallas en taludes alrededor de 1920, una comisión geotécnica sueca recomendó que la superficie real de deslizamiento sea aproximada por una superficie circularmente cilíndrica. (14, p. 347)

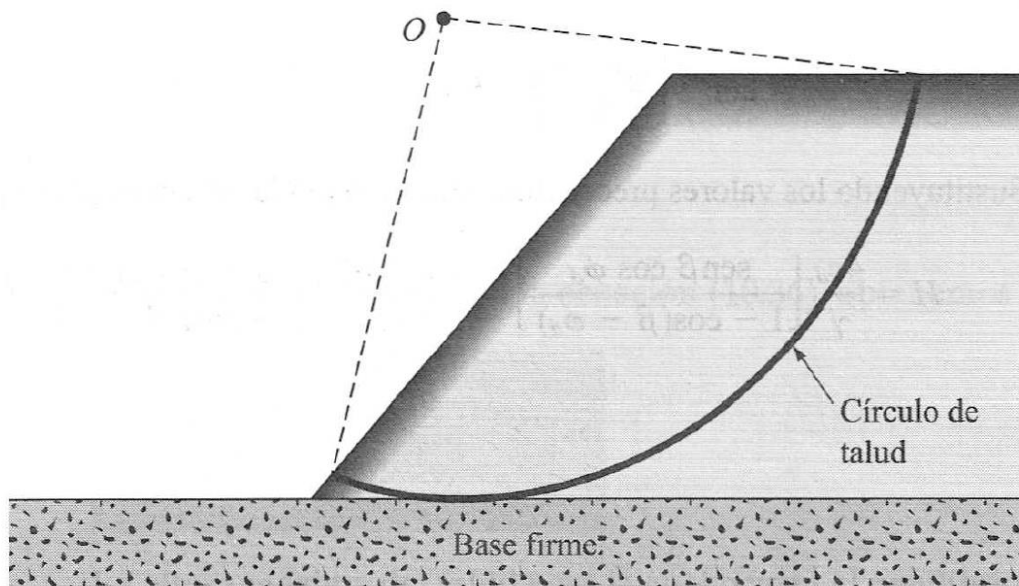
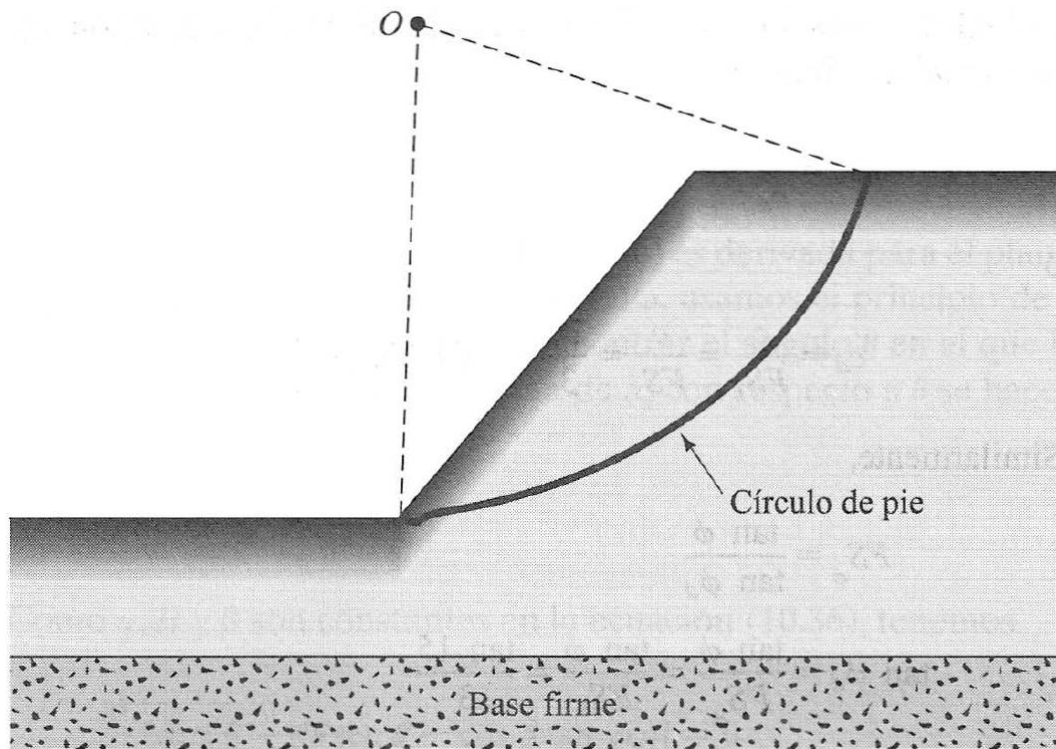
Desde entonces, la mayoría de los análisis convencionales por estabilidad de taludes se han hecho suponiendo que la curva de deslizamiento potencial es el arco de un círculo. Sin embargo, en muchas circunstancias (por ejemplo, presas y cimentaciones sobre estratos débiles), el análisis de estabilidad usando fallas planas de deslizamiento es más apropiado y conduce a resultados excelentes. (14, p. 347)

### **3.2.9. ANÁLISIS DE TALUDES FINITOS CON SUPERFICIE DE FALLA CIRCULARMENTE CILÍNDRICA. GENERALIDADES**

En general, la falla de los taludes ocurre de uno de los siguientes modos (figura 6):(14, p. 351)

- Cuando la falla ocurre de tal manera que la superficie de deslizamiento interseca al talud en, o arriba de, su pie, es llamada una falla de talud (figura 5.a). Al círculo de falla se le llama círculo de pie si éste pasa por el pie del talud y círculo de talud si pasa arriba de la punta del talud. Bajo ciertas circunstancias es posible tener una falla de talud superficial como se muestra en la figura 5.b. (14, p. 351)
- Cuando la falla ocurre de tal manera que la superficie de deslizamiento pasa a alguna distancia debajo del pie del talud, se llama falla de base (figura 5.c). El círculo de la falla en el caso de una falla de base se llama círculo de medio punto. (14, p. 351)

Los diversos procedimientos de análisis de estabilidad, en general, se divide en dos calces principales(14, p. 351)



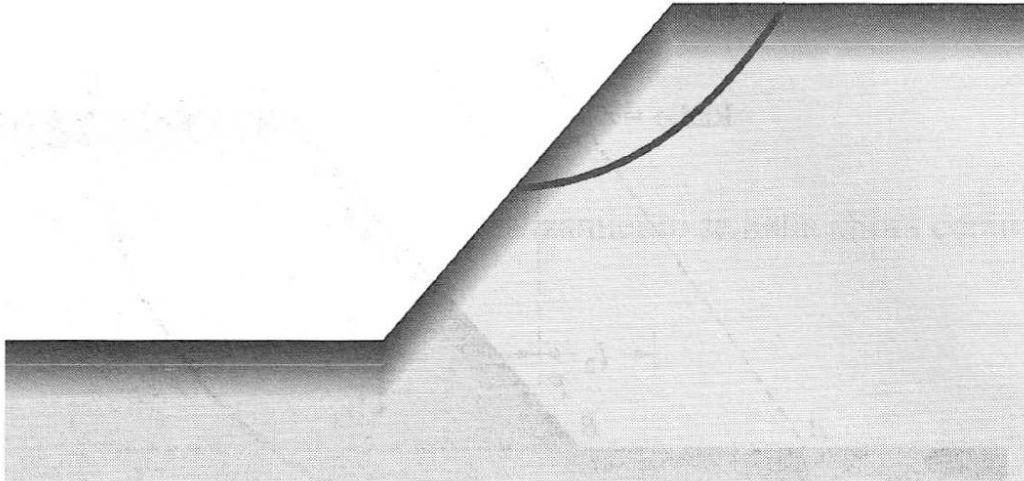
(a) Falla de talud

### **2.2.9.1. Procedimiento de masa.**

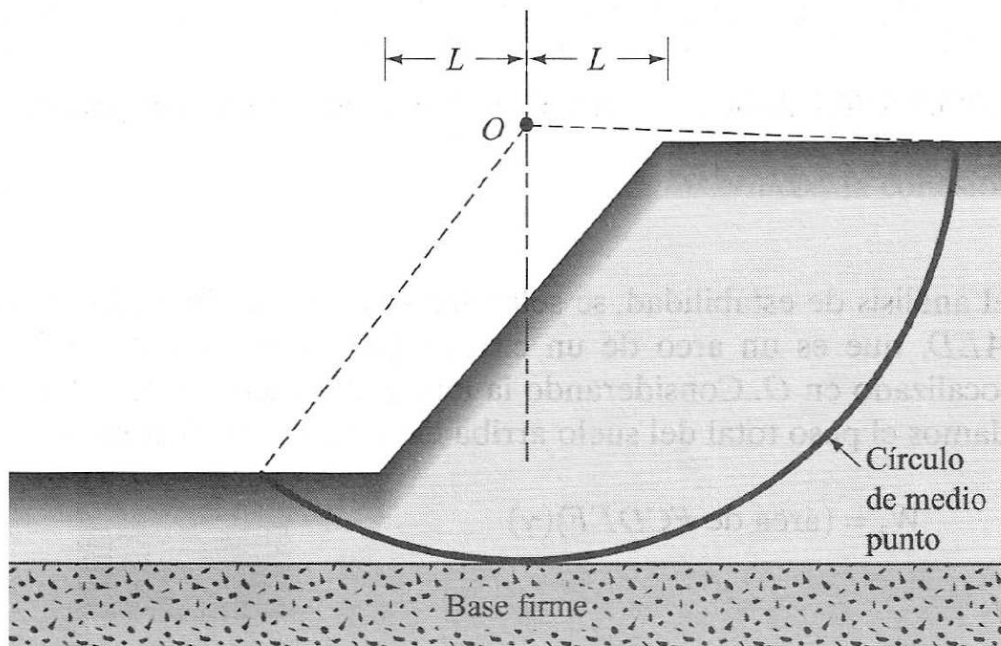
Aquí, la masa del suelo arriba de la superficie de deslizamiento se toma como unitaria. Esto es útil cuando el suelo que forma el talud se supone homogéneo, aunque no es común en el caso de la mayoría de los taludes naturales(14, p. 352)

### **2.2.9.2. Método de las dovelas.**

En este procedimiento, el suelo arriba de la superficie de deslizamiento se divide en varias dovelas verticales paralelas. La estabilidad de cada dovela se calcula separadamente. Éste es una técnica versátil en la que la homogeneidad de los suelos y la presión del agua de poros se toma en consideración; también toma en cuenta el esfuerzo normal a lo largo de la superficie potencial de falla. (14, p. 352)



(b) Falla superficial de un talud



(c) Falla de base

Figura 6 Modos de falla de un talud finito

### 2.2.10. Método de las dovelas

El análisis por estabilidad usando el método de las dovelas se explica con referencia a la figura 7.a, en donde AC es un arco de un círculo que representa la superficie de falla de prueba. El suelo arriba de la superficie de falla de prueba se divide en varias dovelas verticales. El ancho de cada dovela no tiene que ser el mismo. Considerando una longitud unitaria perpendicular a la sección transversal mostrada, las fuerzas que actúan sobre una dovela típica (n-énésima dovela) se muestra en la figura 7. b.  $W_n$  es el peso efectivo de la dovela. Las fuerzas  $N_r$  y  $T_r$  son las componentes normales y tangenciales de la reacción R, respectivamente.  $P_n$  y  $P_{n+1}$  son las fuerzas normales que actúan sobre los lados de la dovela. Similarmente, las fuerzas cortantes que actúan sobre los lados de la dovela son  $T_n$  y  $T_{n+1}$ . Por simplicidad, la presión de poros del agua se supone igual a 0. Las fuerzas  $P_n$  y  $P_{n+1}$ ,  $T_n$  y  $T_{n+1}$ . Son difíciles de determinar. (14, p. 368)

Sin embargo, hacemos una suposición

aproximada de que las resultantes de  $P_n$  y  $T_n$  son iguales en magnitud a las resultantes de  $P_{n+1}$  y  $T_{n+1}$ . Y también que sus líneas de acción coinciden. (14, p. 368)

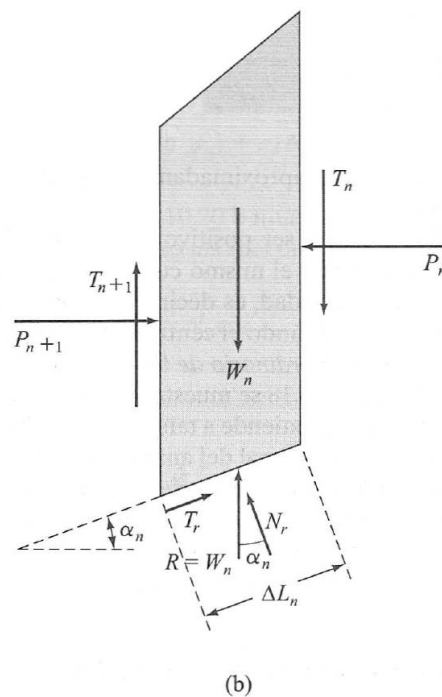
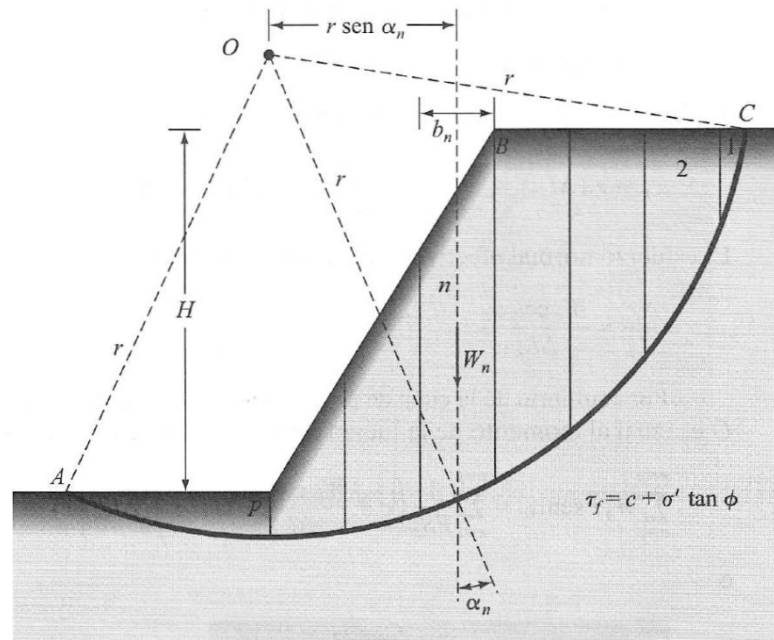


Figura 7 Análisis de estabilidad por el método ordinario de las dovelas: (a) superficie de falla de prueba; (b) fuerzas que actúan sobre la n-ésima dovela



Por condiciones de equilibrio, tenemos

$$N_r = W_n \cos \alpha_n$$

La fuerza cortante resistente se expresa como

$$T_r = \tau_d(\Delta L_n) = \frac{\tau_d(\Delta L_n)}{FS_s} = \frac{1}{FS_s} [c + \sigma' \tan \phi] \Delta L_n \quad (2.6)$$

El esfuerzo cortante resistente se expresa como

$$\frac{N_r}{\Delta L_n} = \frac{W_n \cos \alpha_n}{\Delta L_n}$$

Por equilibrio de la cuña de prueba ABC, el momento de la fuerza actuante respecto a O es igual al momento de la fuerza resistente respecto a O, o bien (14, p. 370)

$$\sum_{n=1}^{n=p} W_n r \sin \alpha_n = \sum_{n=1}^{n=p} \frac{1}{FS_s} \left( c + \frac{W_n \cos \alpha_n}{\Delta L_n} \tan \phi \right) (\Delta L_n) (r)$$

o

$$FS_s = \frac{\sum_{n=1}^{n=p} (c \Delta L_n + W_n \cos \alpha_n \tan \phi)}{\sum_{n=1}^{n=p} W_n \sin \alpha_n} \quad (2.7)$$

Nota:  $\Delta L_n$  en la ecuación (2.7) es aproximadamente a  $(b_n / \cos \alpha_n)$ , donde  $b_n =$  ancho de la  $n$  - ésima dovela.

Note que el valor de  $\alpha_n$  puede ser positivo o negativo. El valor de  $\alpha_n$  es positivo cuando la pendiente del arco está en el mismo cuadrante que el talud del terreno. Para encontrar el factor mínimo de seguridad, es decir, el factor de seguridad para el círculo crítico, se hacen varias pruebas cambiando el centro del círculo de prueba. A este método se le llama generalmente el método ordinario de las dovelas. (14, p. 370)

Por conveniencia, en la figura 6 se muestra un talud en un suelo homogéneo. Sin embargo, el método de las dovelas se extiende a taludes con suelo estratificado, como muestra la figura 8. El procedimiento general del análisis de estabilidad es el mismo. Existen algunos puntos menores que deben tomarse en cuenta. Cuando la ecuación (2.7) se usa para el cálculo del factor de seguridad, los valores de  $\phi$  y  $c$  no serán los mismos para todas las dovelas. Por ejemplo, para la dovela no. 3 (figura 1.9), tenemos que usar un ángulo de fricción  $\phi = \phi_3$  y una cohesión  $c = c_3$ ; similarmente, para la dovela no. 2,  $\phi = \phi_2$  y  $c = c_2$ . (14, p. 370)

### 2.9.11. Método simplificado de las dovelas de Bishop

En 1955, Bishop propuso una solución más refinada para el método ordinario de las dovelas. En este método, el efecto de las fuerzas sobre los lados de cada dovela se toma en (14, p. 370)

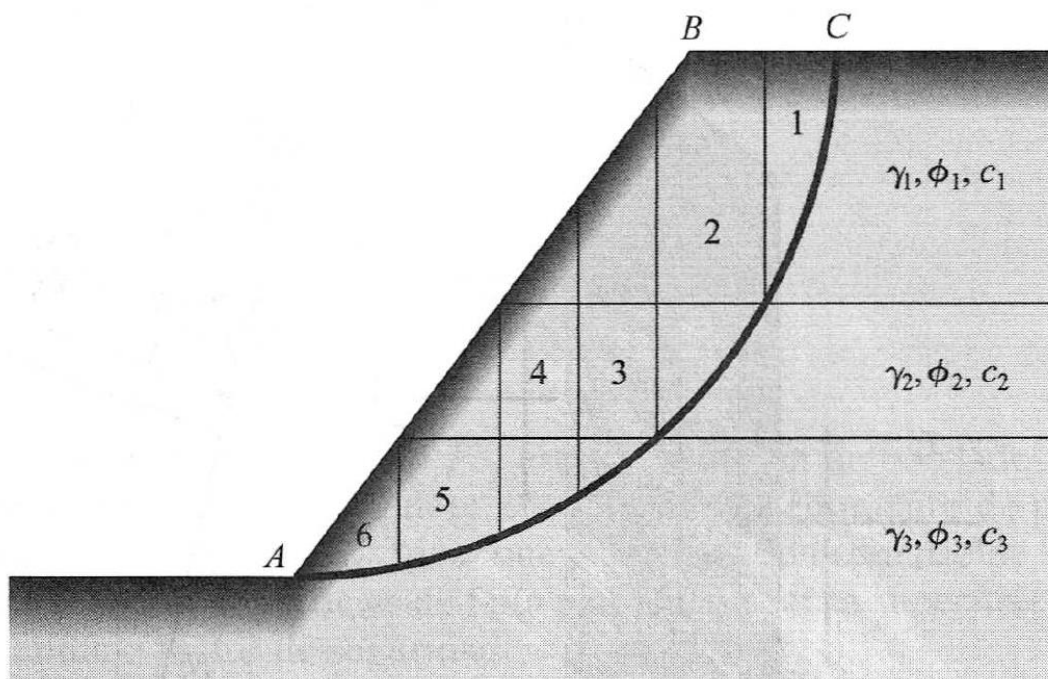


Figura 8 Análisis de estabilidad por el método de ordinario de las dovelas para taludes en suelos estratificados.

cuenta en alguna medida. Podemos estudiar este método con referencia al análisis de taludes presentado en la figura 7. Las fuerzas que actúan sobre la n-ésima dovela mostrada en la figura 6. b han sido redibujadas en la figura 9.a. Sean  $P_n - P_{n+1} = \Delta P$  y  $T_n - T_{n+1} = \Delta T$ . Escribimos también (14, p. 371)

$$T_r = N_r (\tan \phi_d) + c_d \Delta L_n = N_r \left( \frac{\tan \phi}{FS_s} \right) + \frac{c \Delta L_n}{FS_s} \quad (2.8)$$

La figura 9.b muestra el polígono de fuerzas para el equilibrio de la n-ésima dovela. Sumando las fuerzas en la dirección vertical resulta (14, p. 371)

$$W_n + \Delta T = N_r \cos \alpha_n + \left[ \frac{N_r \tan \phi}{FS_s} + \frac{c \Delta L_n}{FS_s} \right] \text{sen } \alpha_n$$

O

$$N_r = \frac{W_n + \Delta T - \frac{c \Delta L_n}{FS_s} \text{sen } \alpha_n}{\cos \alpha_n + \frac{\tan \phi \text{sen } \alpha_n}{FS_s}} \quad (2.9)$$

Por equilibrio de la cufia ABC (figura 7.a), al tomar momentos respecto a O, resulta (14, p. 371)

$$\sum_{n=1}^{n=p} W_n r \text{sen } \alpha_n = \sum_{n=1}^{n=p} T_r \gamma \quad (3.0)$$

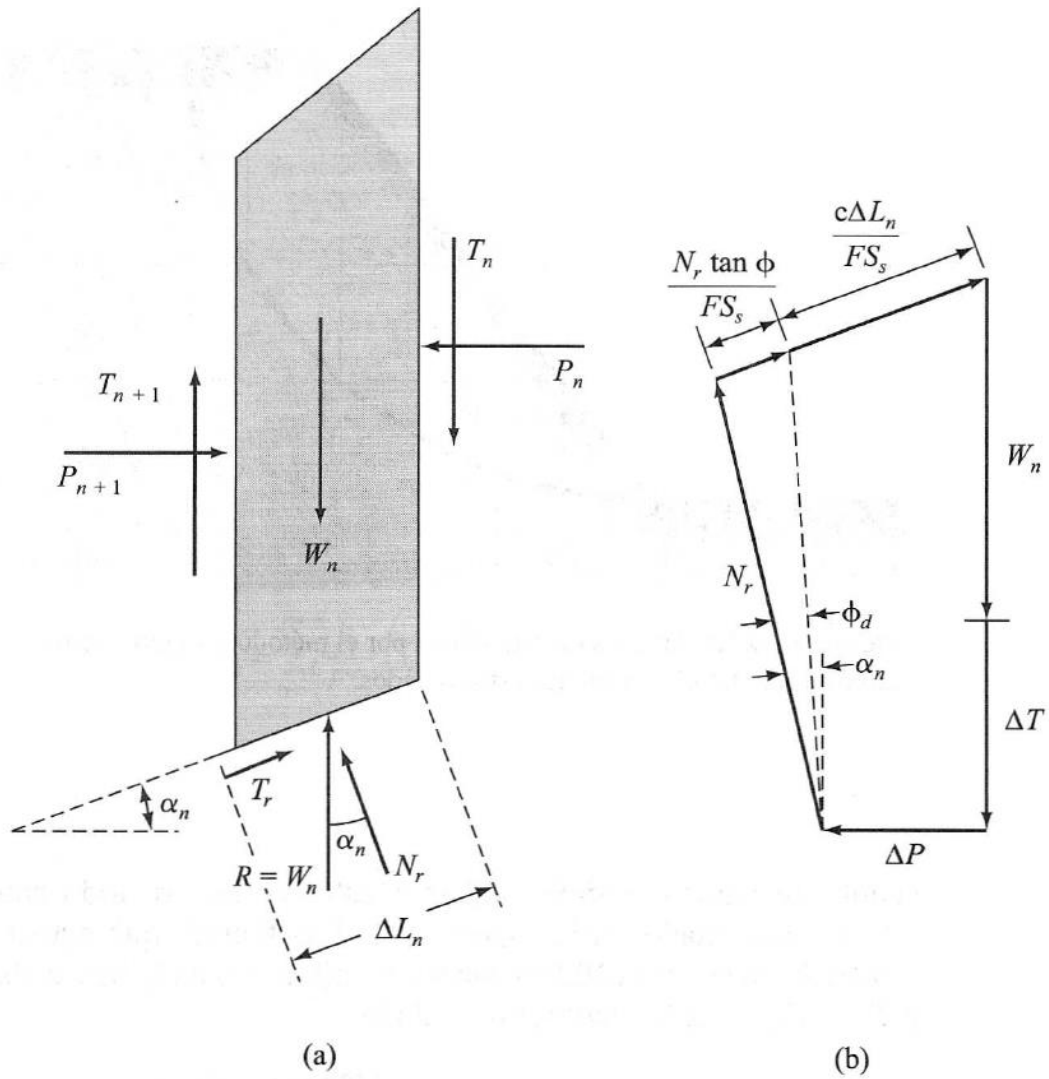


Figura 9 Método simplificado de las dovelas de Bishop: (a) fuerzas que actúan sobre la n-ésima dovela; (b) polígono de fuerzas de equilibrio.

Donde:

$$T_r = \frac{1}{FS_s} (c + \sigma' \tan \phi) \Delta L_n = \frac{1}{FS_s} (c \Delta L_n + N_r \tan \phi) \quad (3.1)$$

Al sustituir Las ecuaciones (2.7) y (3.1) en la ecuación (3.0), tenemos

$$FS_s = \frac{\sum_{n=1}^{n=p} (cb_n + W_n \tan\phi + \Delta T \tan\phi) \frac{1}{m_{\alpha(n)}}}{\sum_{n=1}^{n=p} W_n \text{ sen } \alpha_n} \quad (3.2)$$

Donde:

$$m_{\alpha(n)} = \cos \alpha_n + \frac{\tan\phi \text{ sen } \alpha_n}{FS_s} \quad (3.3)$$

Por simplicidad, si hacemos  $\Delta T = 0$ , la ecuación 2.2 toma la forma

$$FS_s = \frac{\sum_{n=1}^{n=p} (cb_n + W_n \tan\phi) \frac{1}{m_{\alpha(n)}}}{\sum_{n=1}^{n=p} W_n \text{ sen } \alpha_n} \quad (3.4)$$

Note que el termino  $FS_s$  está presente en ambos lados de la ecuación (3.4). Por consiguiente, se requiere adoptar un procedimiento de pruebas y error para encontrar el valor de  $FS_s$ . Igual que en el método ordinario de las dovelas, deben investigarse varias superficies de falla para encontrar la superficie crítica que proporcione el mínima factor de seguridad. (14, p. 373)

El método simplificado de Bishop es probablemente el método más ampliamente usado. Con ayuda de una computadora, este método da resultados satisfactorios en la mayoría de los casos. El método ordinario de las dovelas se presenta en este capítulo meramente como una herramienta de aprendizaje que rara vez se usa ahora debido a que es demasiado conservador. (14, p. 373)

### 2.9.12. Análisis de estabilidad por el método de las dovelas para infiltración con flujo establecido

Los fundamentos del método ordinario de las dovelas y del método simplificado de Bishop se presentaron en las secciones anteriores y supusimos que la presión del agua de poro era igual a 0. Sin embargo, para una infiltración de estado permanente a través de taludes, como es la situación en muchos casos prácticos, la presión del agua de poro tiene que tomarse en cuenta cuando se usan parámetros de resistencia cortante efectiva. Necesitamos entonces modificar ligeramente las ecuaciones (2.7) y (3.4). La figura 10 muestra un talud a través del cual existe una infiltración con flujo establecido. Para la n-ésima dovela, la presión de poro promedio en el fondo de la dovela es igual a  $u_n = h_n \gamma_w$ . La fuerza total causada por la presión de poro en el fondo de la n-ésima dovela es igual a  $u_n \Delta L_n$ . Así entonces, la ecuación (2.7) modificada para el método ordinario tomara la forma: (14, p. 374)

$$FS_s = \frac{\sum_{n=1}^{n=p} [c \Delta L_n + (W_n \cos \alpha_n - u_n \Delta L_n)] \tan \phi}{\sum_{n=1}^{n=p} W_n \text{ sen } \alpha_n} \quad (3.5)$$

Similar, la ecuación (3.4) para el método simplificado modificado de Bishop tomara la forma: (14, p. 374)

$$FS_s = \frac{\sum_{n=1}^{n=p} [cb_n + (W_n - u_n b_n) \tan \phi] \frac{1}{m_{\alpha(n)}}}{\sum_{n=1}^{n=p} W_n \text{ sen } \alpha_n} \quad (3.6)$$

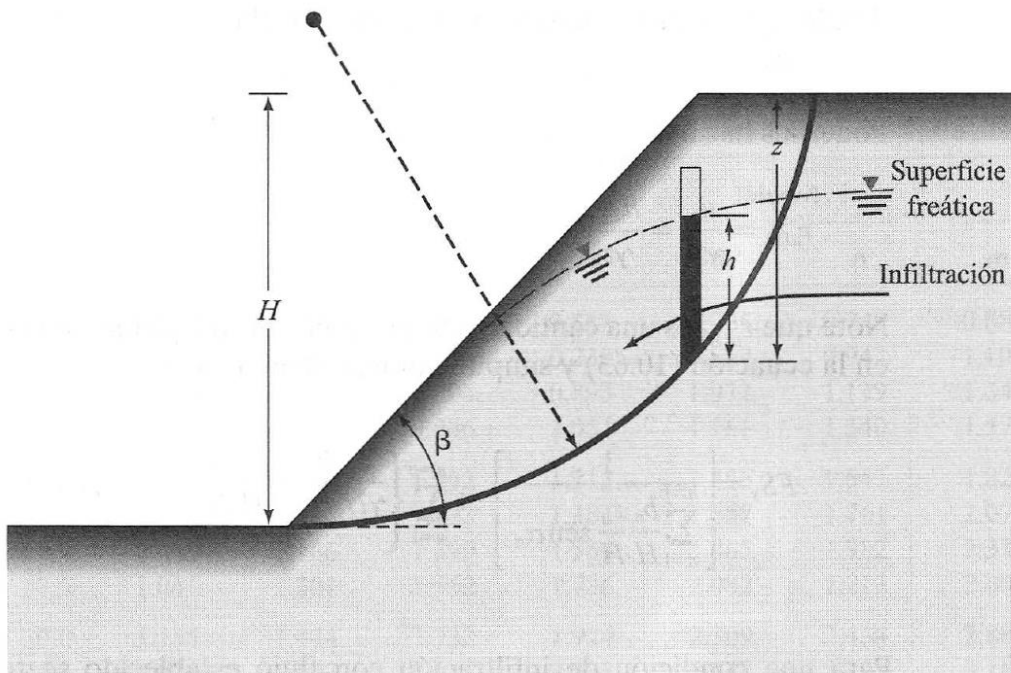


Figura 10 Estabilidad de taludes con infiltración en régimen permanente

### 2.2.20. Correlaciones entre el número de penetración estándar y la resistencia cortante ( $c_u$ )

La literatura técnica contiene muchas correlaciones entre el número de penetración estándar y la resistencia cortante,  $c_u$ , no drenada de la arcilla. Con base en resultados de pruebas triaxiales no drenadas conducidas en arcillas no sensitivas, Strod (1974) sugirió que: (15, p. 100)

$$c_u = KN \quad (3.7)$$

Donde:

$$K = \text{constante} = 3.5 - 6.5 \text{ kN/m}^2 (0.507 - 0.942 \text{ lb/pulg}^2)$$

$N$  = número de penetración estándar obtenida en campo

El valor promedio de

$$K = \text{es aproximadamente de } 4.4 \text{ kN/m}^2 (0.638 \text{ lb/pulg}^2)$$

Hara y otros investigadores (1971) sugirieron también que:

$$c_u(\text{KN/m}^2) = 29N^{0.72} \quad (3.8)$$

## Capítulo 4. Materiales y Métodos

### 4.1. Tipo y Diseño de Investigación

La investigación según el número de ocasiones en que se mide la variable de estudio será de tipo **longitudinal** ya que se medirá la variable antes y después, manipulándola de una forma planeada o de manera **prospectiva**. Según la intervención del investigador será **experimental** donde se tendrá que presentar **analíticamente** los resultados obtenidos, dado a conocer de manera explicativa las modificaciones que se realicen. En consecuencia, se tendrá un estudio de causa y efecto controlado. Siendo analítico según el número de variables de interés ya que el análisis estadístico será bivariado; y será prospectivo según la planificación de toma de datos ya que los datos necesarios para el estudio serán recogidos a propósito por el investigador quien será el que realice las mediciones necesarias.

El diseño de la investigación será cuasi-experimental ya que sus orígenes se cimientan en las ciencias naturales y será necesario hacer por lo menos dos mediciones sobre el mismo grupo, antes y después de la intervención, siendo un estudio autocontrolado sin control externo.

### 4.2. Población y Muestra

#### 4.2.1. Población

La población estará constituida por el conjunto de taludes que se encuentran en la cámara de bombeo pluvial N°01 del Hospital II-2 Cesar Garayar García.



#### **4.2.2. Muestra**

La muestra como sujeto de análisis será el talud adyacente a la parroquia Santo cristo de Bagazán y el talud paralelo a la calle cornejo Portugal, ambos en condiciones críticas, Escogidos a causa de la necesidad que existe de construir la cámara de bombeo pluvial N°01 del hospital II-2 Cesar Garayar García.

### **4.3. Técnicas, Instrumentos y Procedimientos de Recolección de Datos**

#### **4.3.1. Técnicas de Recolección de Datos**

Las técnicas seleccionadas para la recolección de datos son:

Visita a campo: Se visitarán los sitios en estudio con la finalidad de identificar las condiciones de los taludes

Observación: Ya que las condiciones de la muestra tienen una relación directa con la realidad.

#### **4.3.2. Instrumentos de Recolección de Datos**

Los instrumentos de recolección de datos seleccionados son los siguientes:

Revisión de contenido bibliográfico: A través de esta técnica se revisarán las normas, libros, manuales, tesis, etc., con relación al análisis de estabilidad de taludes.

Análisis de laboratorio: Se realizarán los ensayos de análisis granulométrico como indique la norma, así como también ensayos in-situ como lo es el ensayo de penetración estándar (SPT).

### **4.3.3. Procedimiento de Recolección de Datos**

Para recolectar la información se procederá de la siguiente manera:

Observación y toma de datos por medio de visitas de campo en los taludes que se encuentran en la cámara de bombeo pluvial N°01 del Hospital II-2 Cesar Garayar García.

### **4.4. Procesamiento de Datos y Análisis Estadístico**

Se utilizarán software, para el registro y el procesamiento de datos, como, por ejemplo:

- Microsoft Excel: Este software nos permite elaborar hojas de cálculo con los datos numéricos o de texto que se recolectaron, los mismos que se pueden presentar en gráficos, diagramas o tablas. Además, te permite realizar los cálculos numéricos complejos con facilidad y automáticamente presentarte los resultados en forma de resumen o como a uno más le convenga.
- AutoCAD Civil 3D: Este software nos permite procesar los datos recolectados en el levantamiento topográfico; Con el uso adecuado nos facilita la tarea de elaborar los distintos planos requeridos como por ejemplo el plano de curvas de nivel, plano de ubicación, plano de secciones transversales, etcétera. Además de la elaboración de los perfiles del talud.

## **Capítulo 5. Análisis de los resultados obtenidos en las visitas de campo.**

### **5.1. Análisis de los taludes desestabilizados**

Lograda la inspección de la excavación realizada enteramente en la zona denominada: CAMARA DE BOMBEO PLUVIAL N°01, dentro de las instalaciones de la obra: “MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL II-2 CESAR GARAYAR GARCIA, DISTRITO DE IQUITOS, PROVINCIA DE MAYNAS, DPTO. LORETO”, se verificó visualmente que las condiciones inestables de los taludes representaban alto riesgo latente de derrumbes.

Durante las visitas de campo realizadas se pudo distinguir que colindante a la zona excavada se emplaza la parroquia Santo Cristo de Bagazán el cual presenta un peligro latente ya que los entibados que se utilizan no garantizan la contención del talud de manera eficiente además que el soporte (Entibado) dificultaría trabajos posteriores.

Por lo observado se recomendó inmediatamente rellenar toda la excavación con material seleccionado del tipo de suelo clasificado como SM (arena limosa no plástica); con la finalidad de reiniciar los trabajos de excavación luego de estabilizar el suelo siguiendo los parámetros indicados en los planos alcanzados preliminarmente.

El presente análisis in situs está orientado al cumplimiento de las exigencias mínimas que establece la norma E.050 de suelos y cimentaciones del reglamento nacional de edificaciones, referente a la estabilización de taludes.



Foto 01 - Excavaciones iniciales, colindantes a la parroquia



Foto 02 - Entibado utilizado inicialmente para la contención del talud.



Foto 03 - Excavación profunda donde se aprecia el suelo con sus propiedades alteradas a causa de precipitaciones pluviales y o presencia de agua subterránea.



Foto 04 - Entibado que dificultaría trabajos posteriores durante la construcción de la cámara de bombeo pluvial



Foto 05 - Edificación adyacente que puede ser afectada con la falla del talud.

## Capítulo 6. Propuesta

### 6.1. Datos informativos.

#### 6.1.1. Ubicación del área del proyecto.

El proyecto se encuentra ubicado en:

Región : Loreto.  
Provincia : Maynas.  
Distrito : Iquitos.  
Calle : Cornejo Portugal



#### 6.1.2. Información proporcionada por el contratista.

Problemática:

- Los trabajos en excavación para la construcción de la CAMARA DE BOMBEO PLUVIAL N°01 se vino desarrollando con dificultades, presentando derrumbes por planos de falla considerables, además de verificarse que el entibado no brindaba garantías para proseguir con los trabajos dentro de la excavación.

- Adyacente a la zona de excavación se encuentra la Parroquia Santo Cristo de Bagazán que según los cálculos proporciona una carga de 17 toneladas por metro lineal de estructura; donde existía la posibilidad de que los constantes derrumbes de masas de suelo del Talud influyeran de manera negativa sobre los cimientos de dicha construcción antigua, lo que causaría un colapso inminente. Ver fotos:



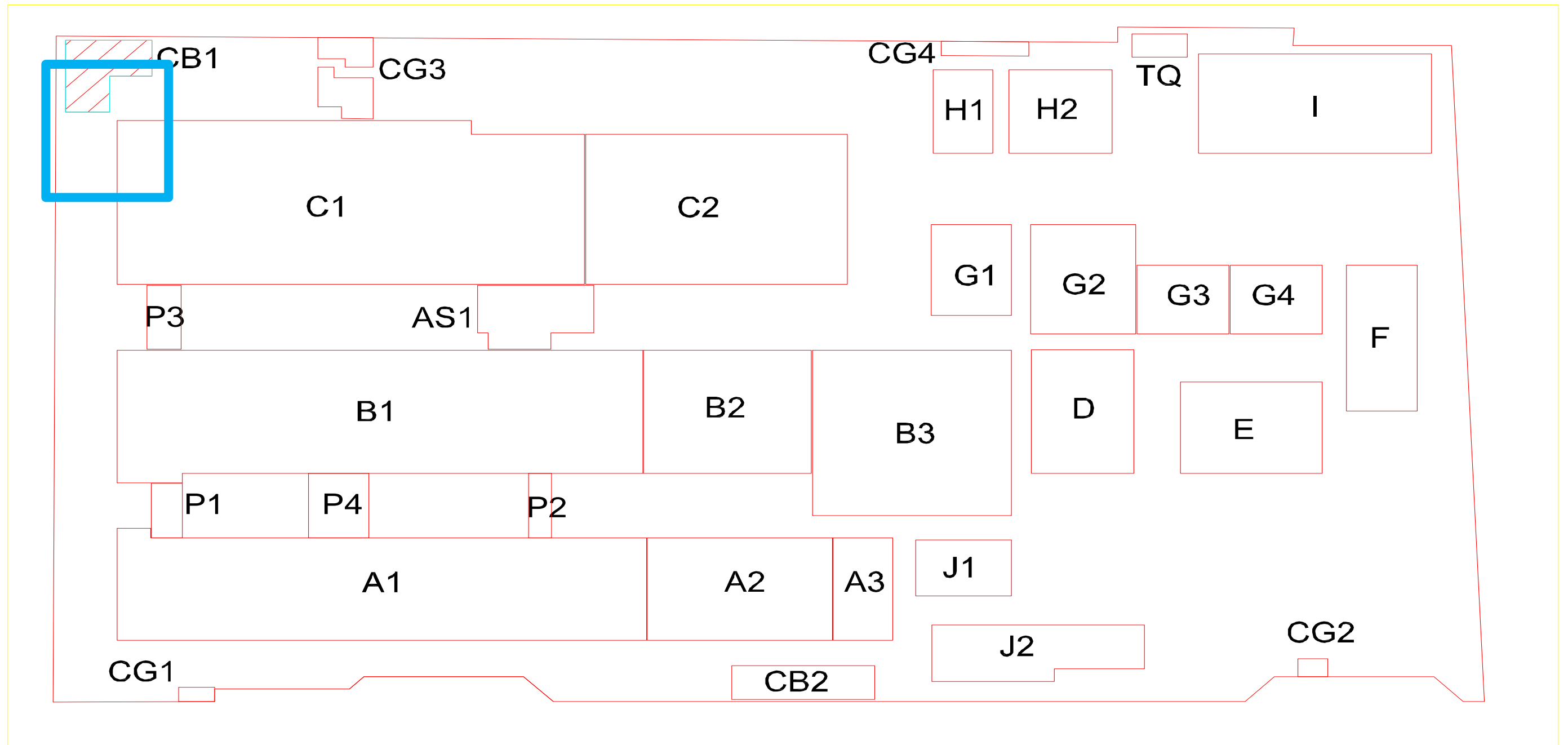
Foto 06 Conjunto de fotos que muestran la situación inicial de los taludes en estudio.



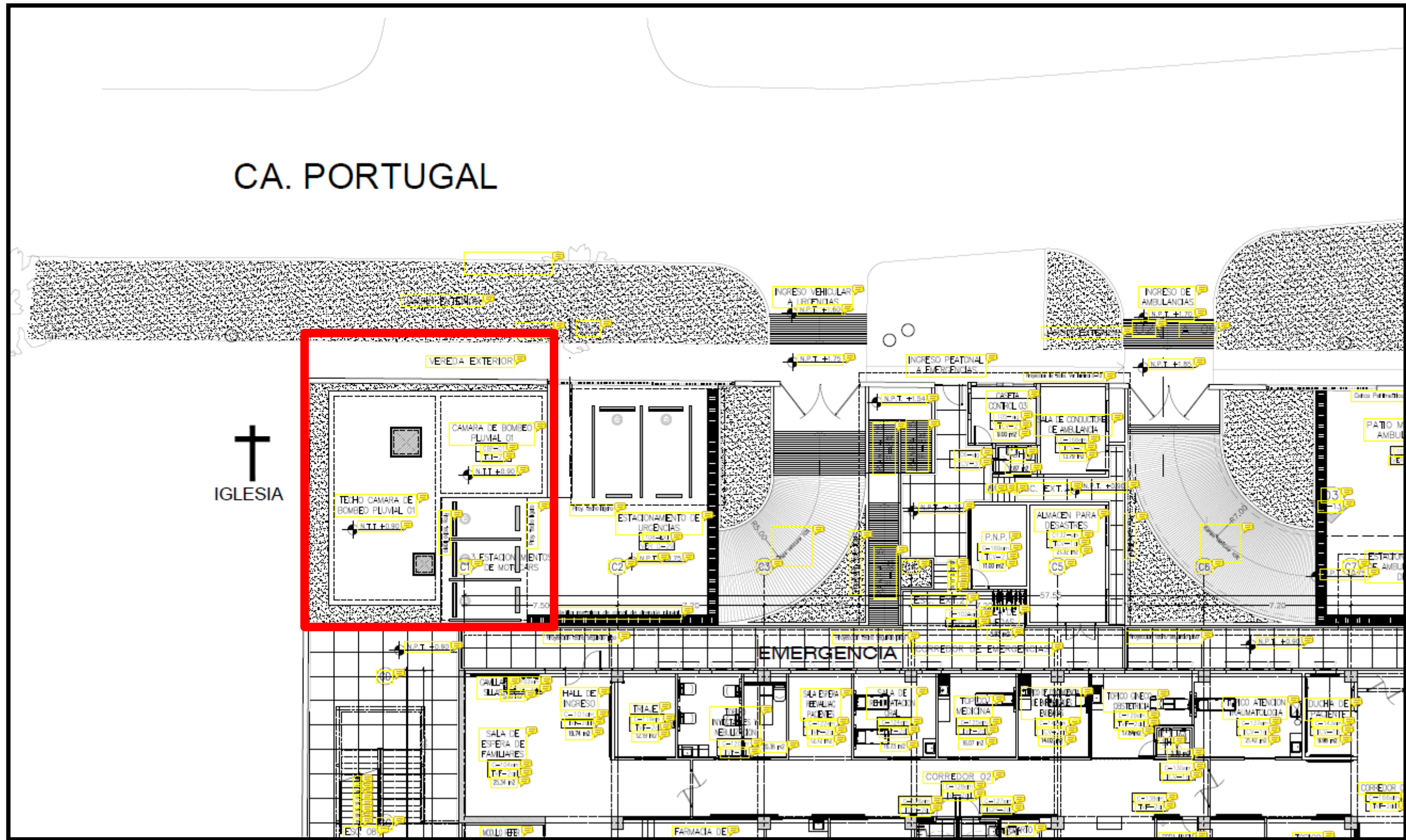
### 6.1.3. Descripción de la excavación.

Los trabajos se ubican de acuerdo al plano de distribución, colindante a la calle Cornejo Portugal, adyacente a la Parroquia Santo Cristo de Bagazán y frente al módulo C1.

## PLANO DE UBICACION



(a)



(b)

Gráfico 01 Esquema de ubicación (a), Plano de distribución (b)

La excavación realizada tiene la finalidad de albergar la construcción de una Cámara de Bombeo Pluvial dividido en dos secciones: cámara húmeda 53 m<sup>3</sup> de capacidad y cámara seca.  
Ver imagen:

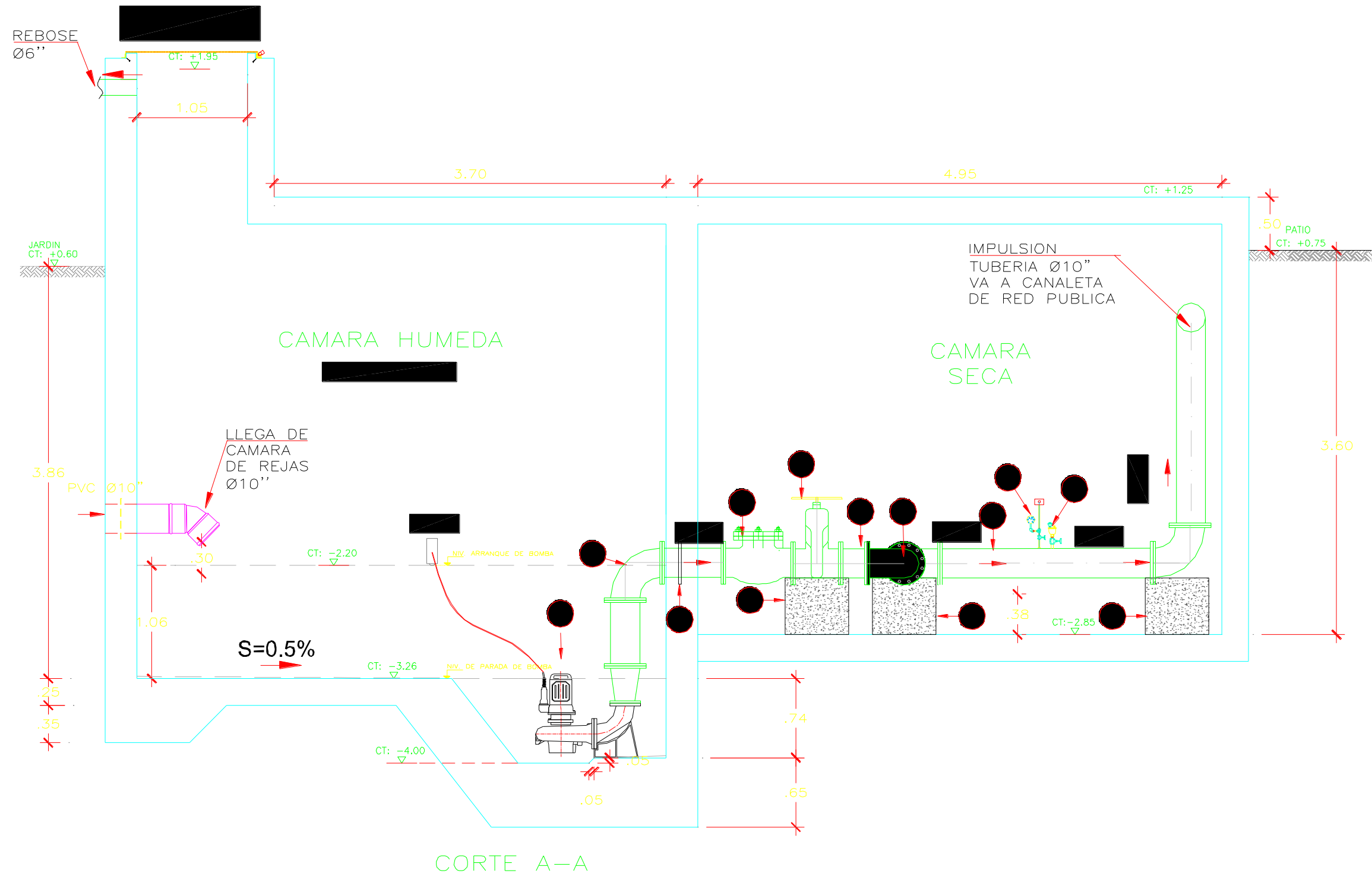


Gráfico 02 Perfil de la cámara de bombeo pluvia

**Curvas de nivel.** En el plano se aprecian los niveles de excavación y en parte la socavación cercana al perímetro de la Parroquia

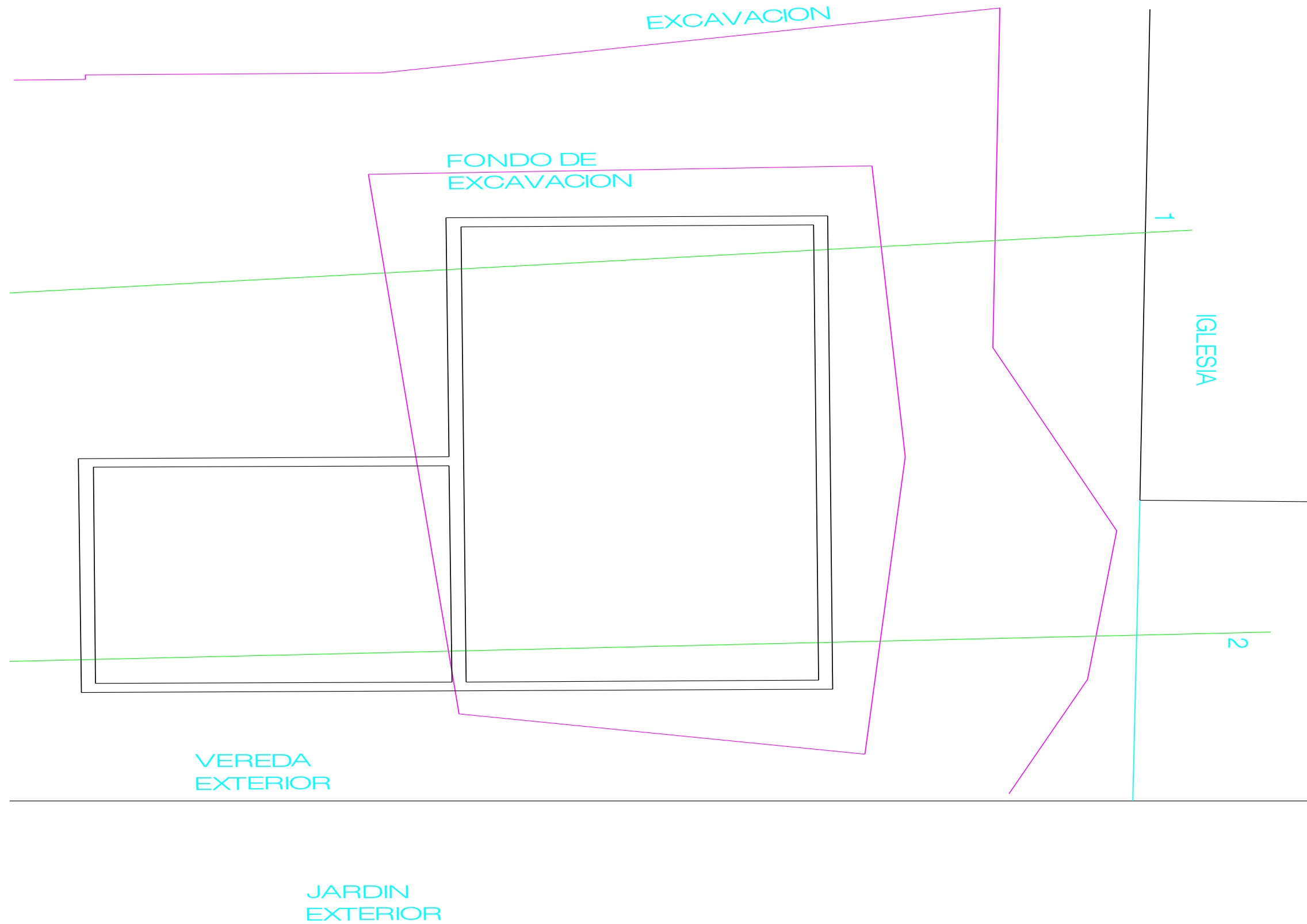


Gráfico 03 Curvas de nivel de la zona en estudio

**Corte 1.** Se aprecia la proximidad a la Iglesia y la cota de desplante, ello representa que el talud tiene una profundidad efectiva de 5.50 m, el ángulo formado entre el talud y la vertical es  $18.54^\circ$  esto significa que el talud es cuasi vertical y cuenta con poca capacidad de maniobras para estabilizar.

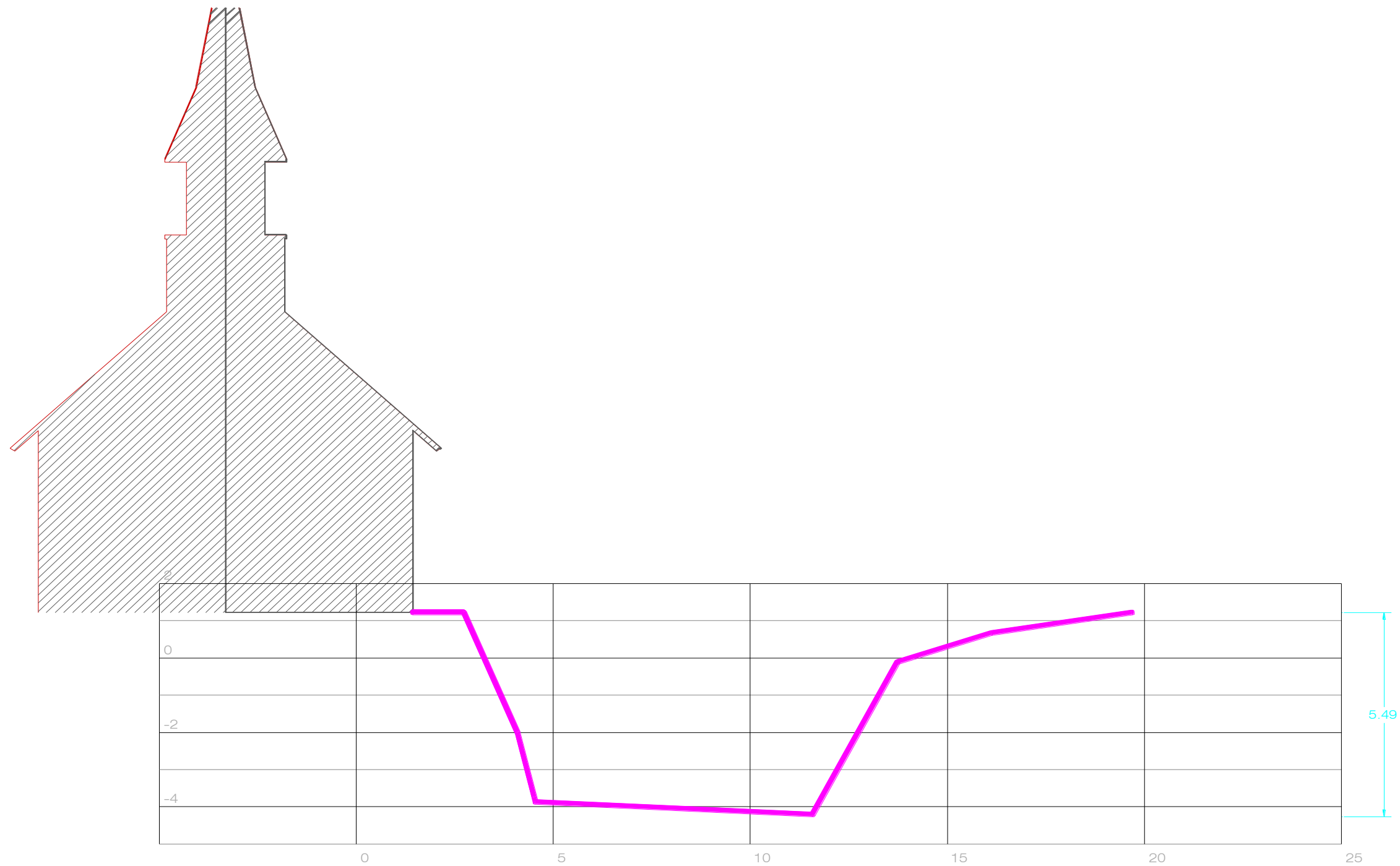


Gráfico 04 Corte 1 en plano de curvas de nivel.

**Corte 2.** Se verifica la proximidad a la Iglesia y la cota de desplante, ello representa que el talud tiene una profundidad efectiva de 5.50 m, el ángulo formado entre el talud y la vertical es  $19.87^\circ$  esto significa que el talud es cuasi vertical y cuenta con poca capacidad de maniobras para estabilizar.

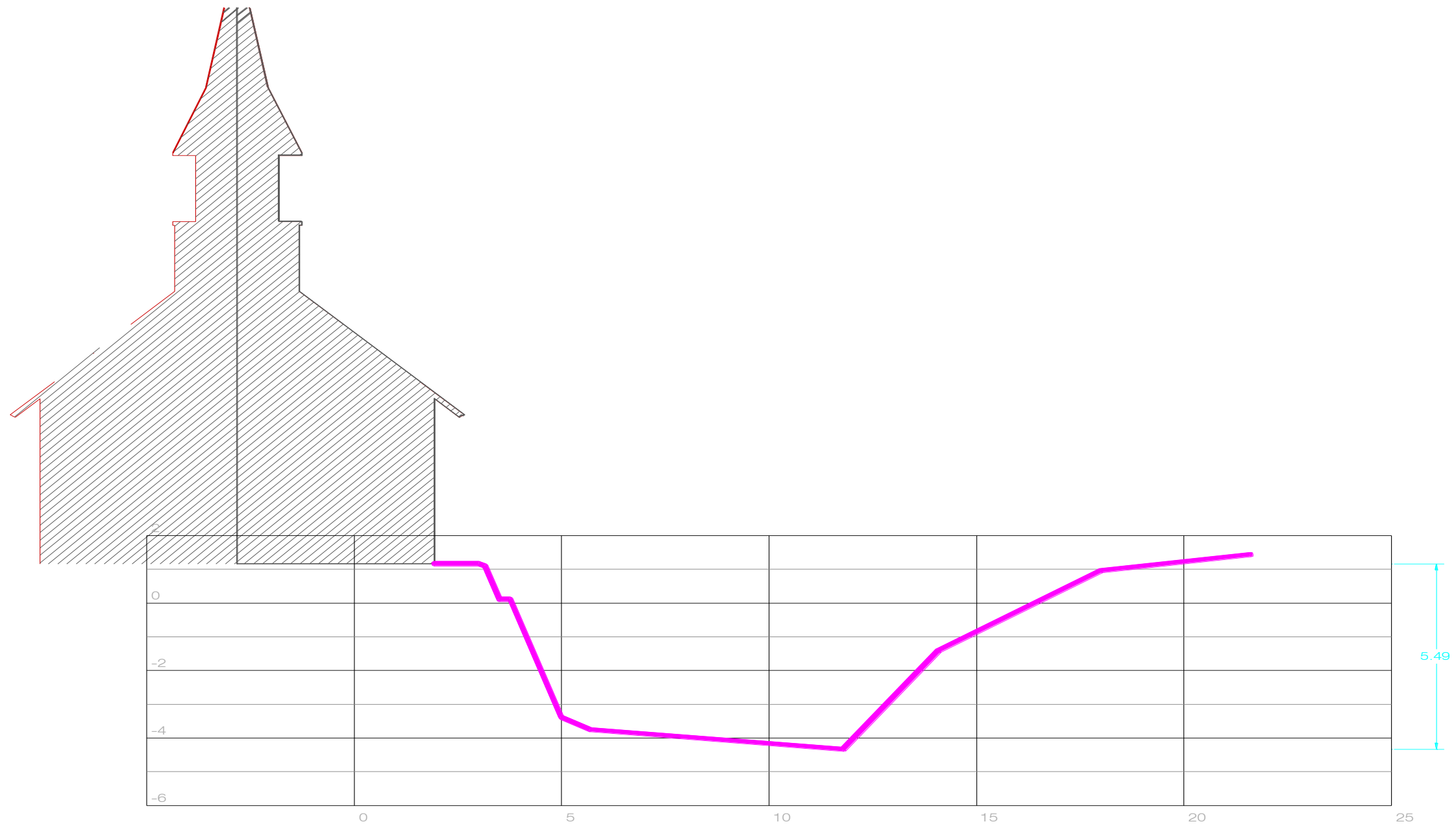


Gráfico 05 Corte 2 en plano de curvas de nivel.

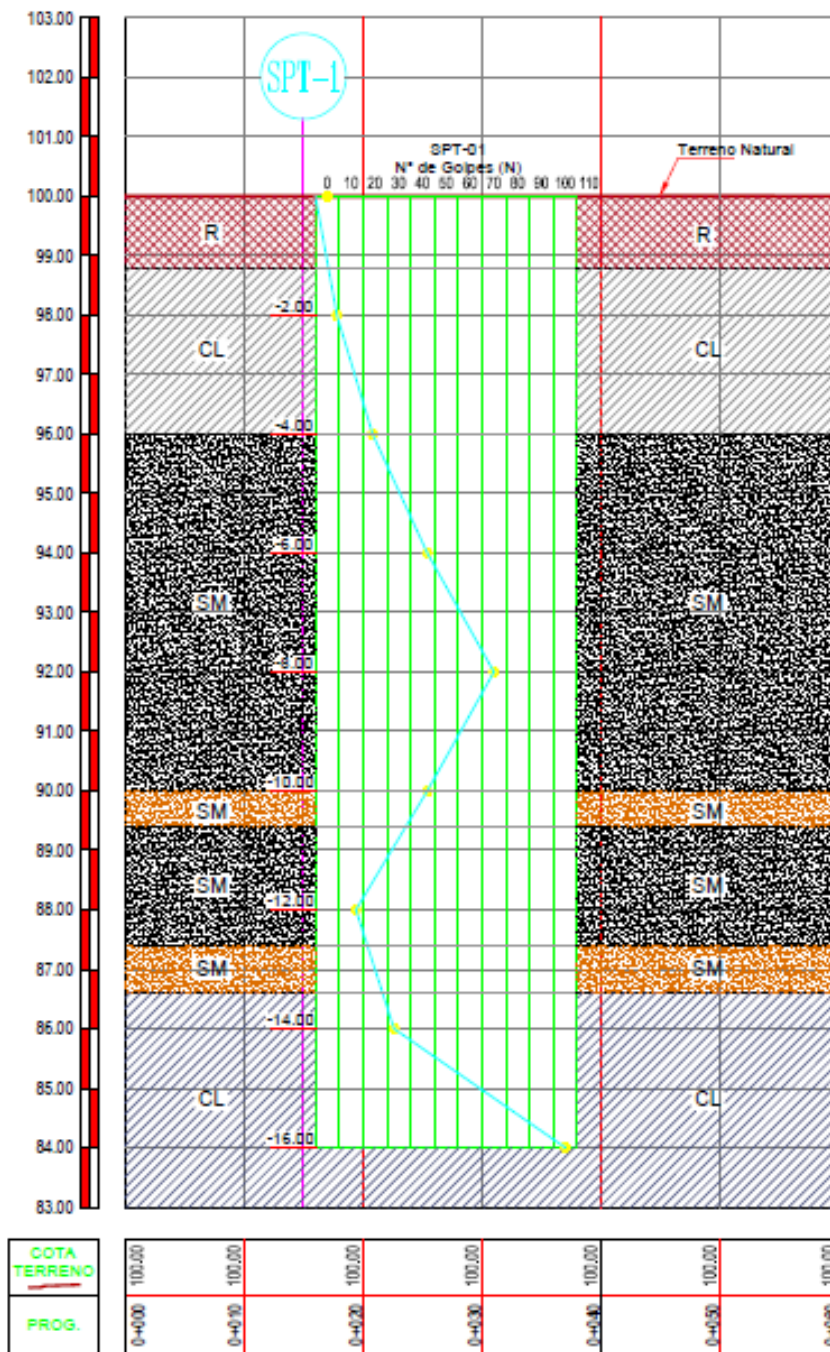
## MOVIMIENTO DE TIERRAS.

MOVIMIENTO DE TIERRAS.			
DESCRIPCIÓN	ÁREA (M2)	LONGITUD (M)	CORTE (M3)
Paralela al Hospital	53.75	0+000	
Paralela a la Calle Cornejo Portugal	51.59	0+17.90	942.80

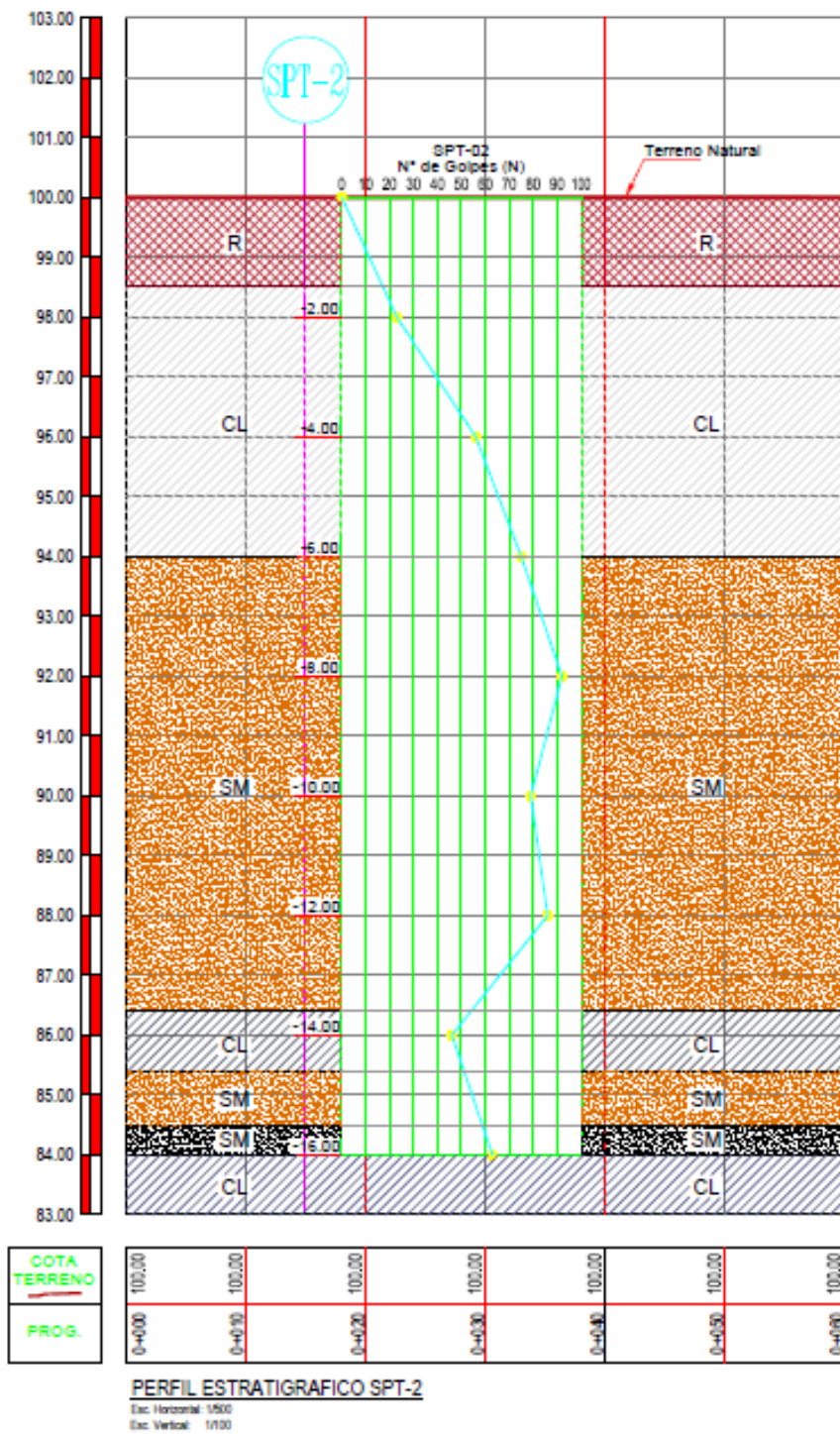
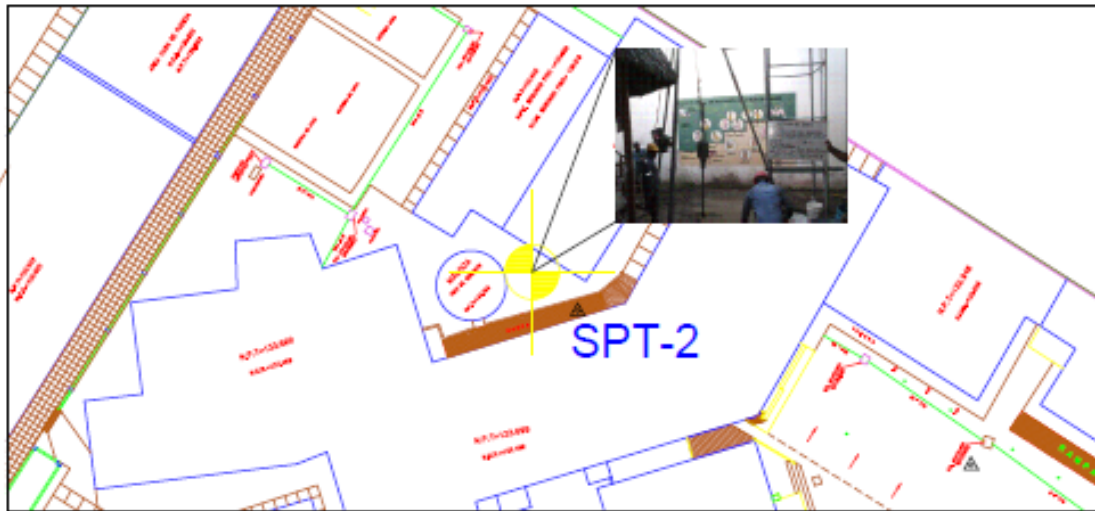
*Tabla 1 Tablas de Resumen del Cálculo de Movimiento de Tierra*

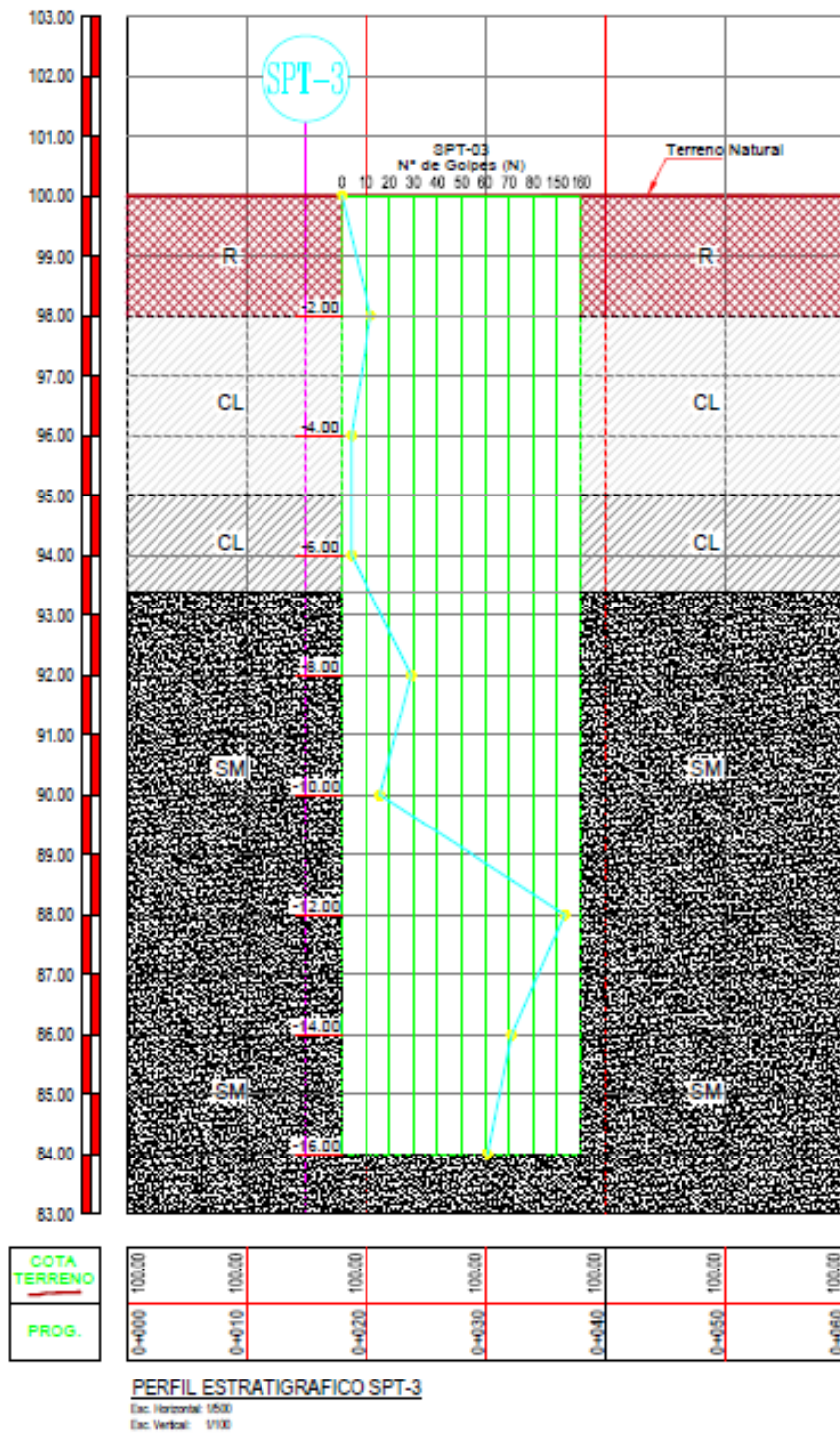
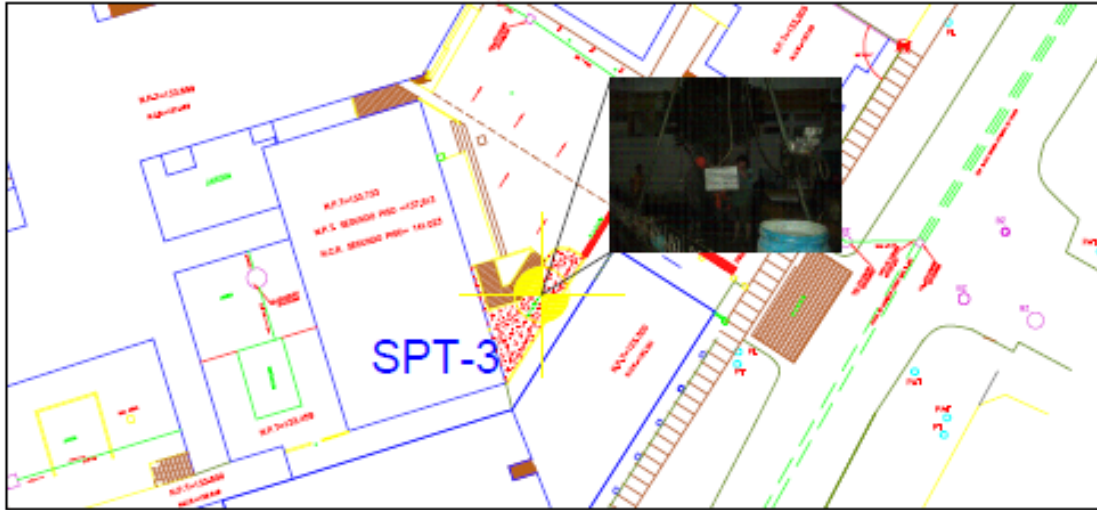
De acuerdo a los cálculos efectuados la cantidad de material extraído son **942.80 m3** de suelo, pero considerando la inestabilidad de los taludes y la ineficacia de los entibados, se ordenó rellenar parcialmente la excavación con material de préstamo para devolver capacidad de soporte lateral al área de trabajo siendo el material de relleno tipo SM, recomendado aproximadamente **850 m3**.

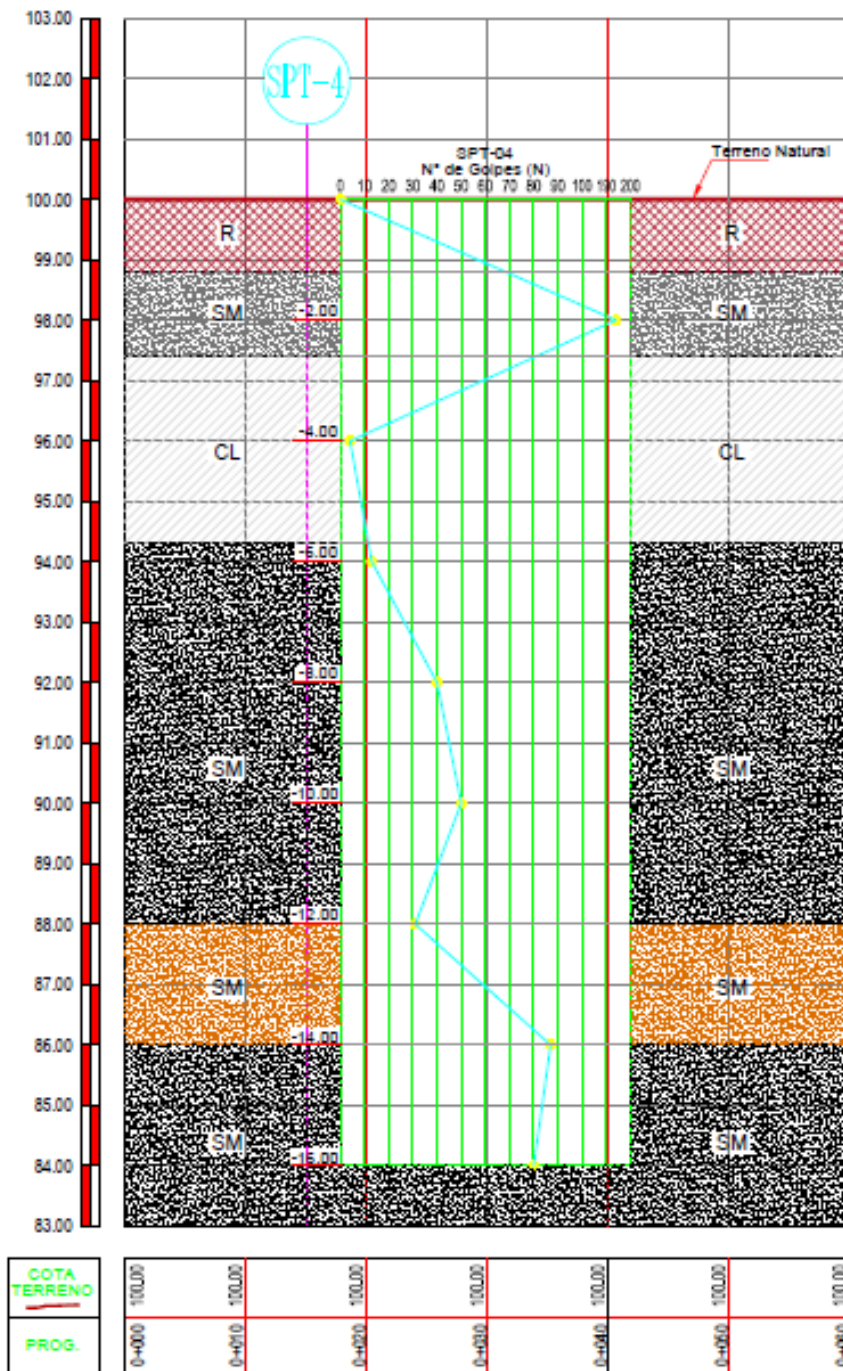
## 6.2. Estudio de suelos.











PERFIL ESTRATIGRAFICO SPT-4  
Escala Horizontal: 1:500  
Escala Vertical: 1:100

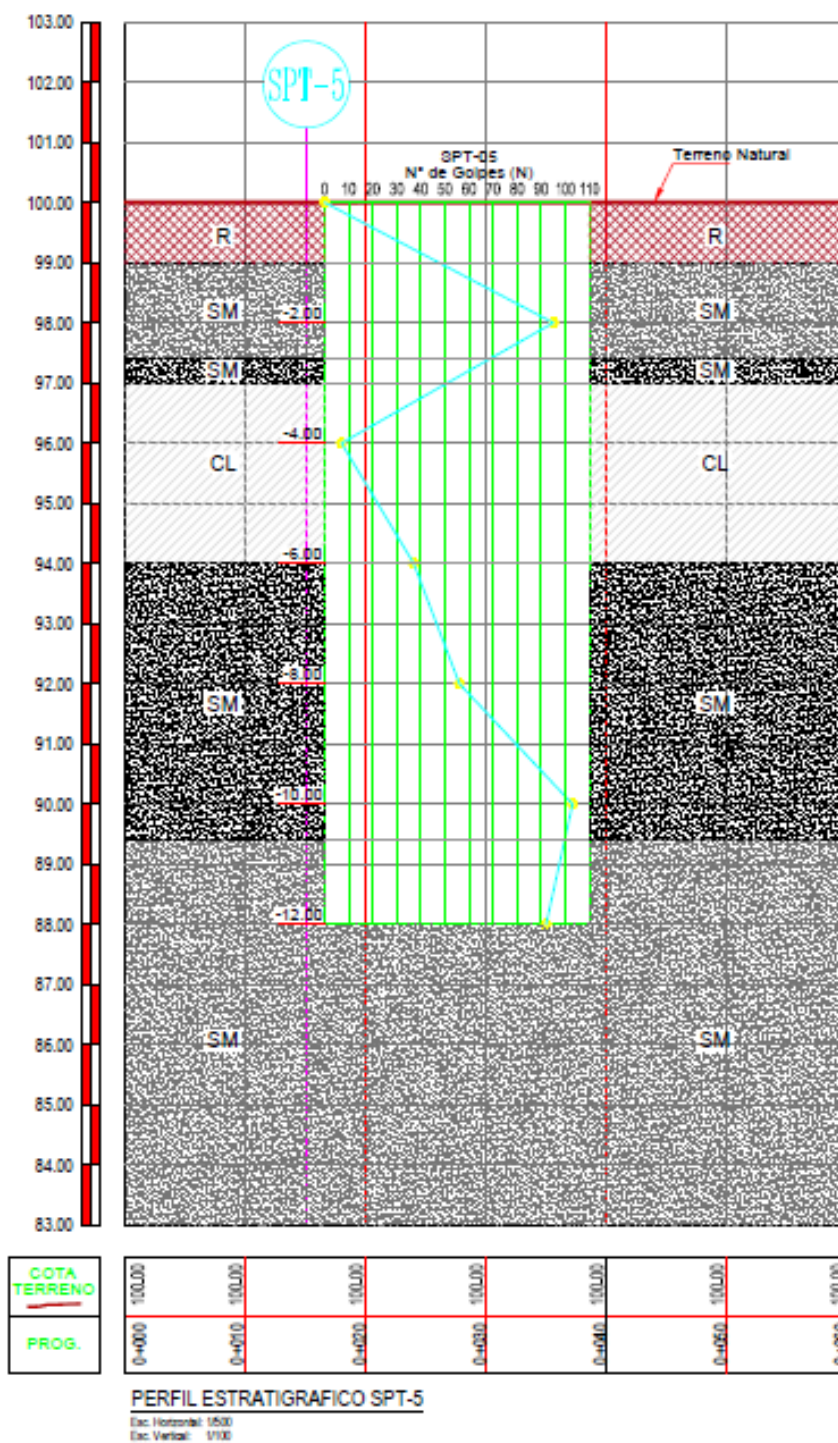


Gráfico 10 Perfil Estratigráfico SPT 5

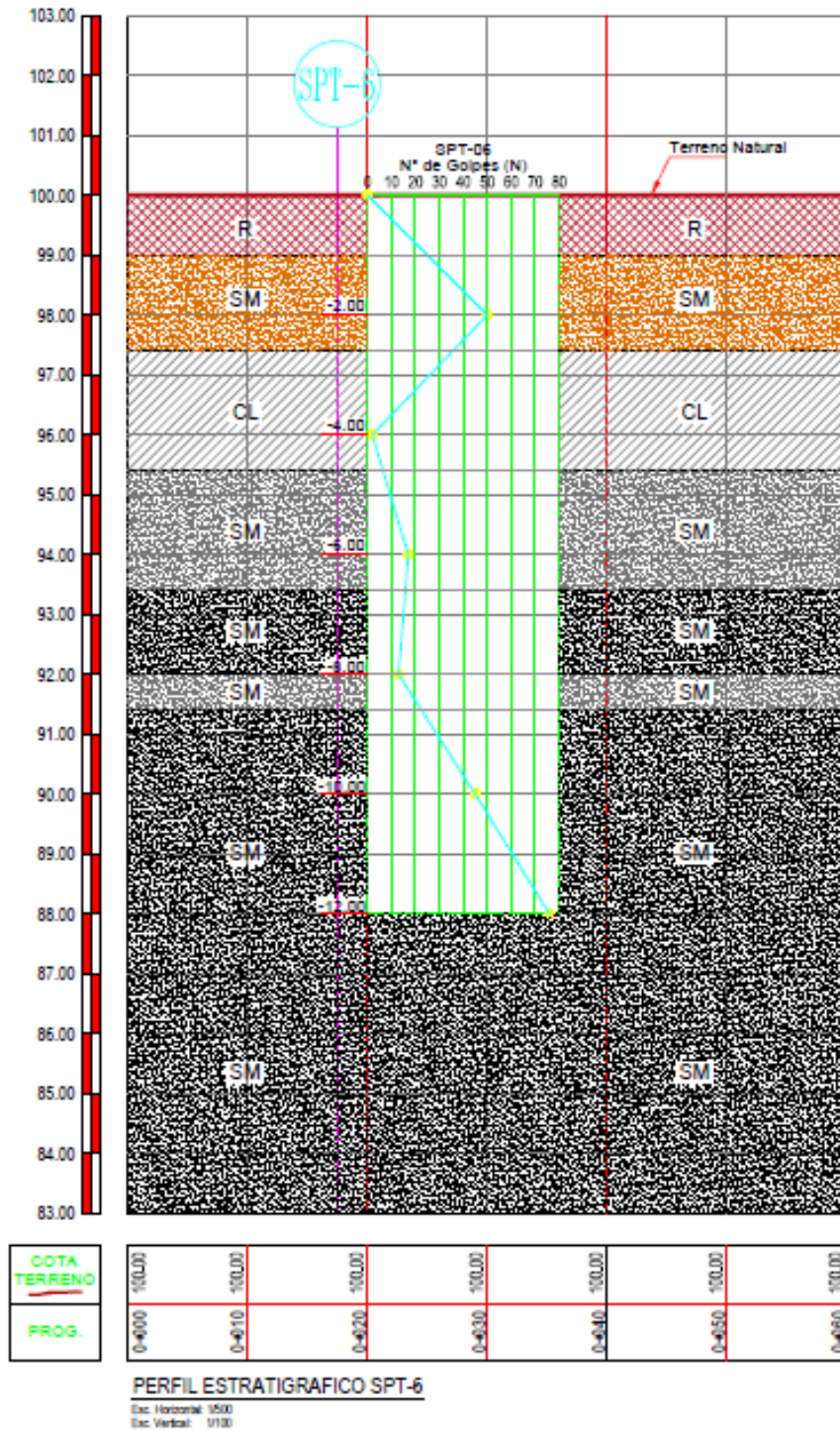
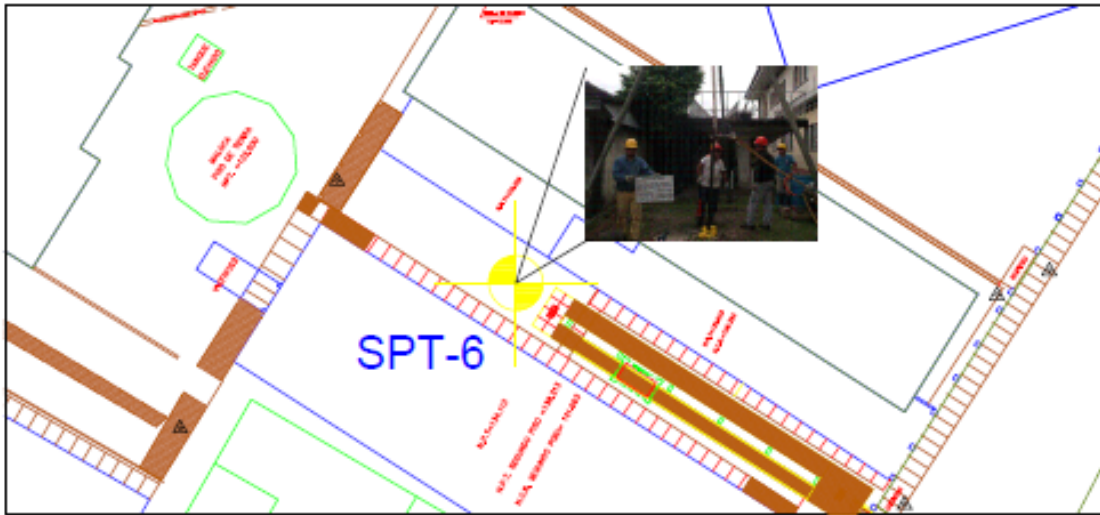


Gráfico 11 Perfil Estratigráfico SPT 6

### **6.3. Descripción de la propuesta.**

La propuesta que se presenta en la siguiente pesquisa consiste en emplear pilotes de acero estructural como agentes estabilizadores que soportan los empujes horizontales transmitidas por las masas de suelos en el talud, la aplicación de este material se justifica gracias al gran aporte al esfuerzo cortante que este posee y a su sencilla aplicación en un proceso constructivo, ya que es habitual realizar hincado de pilotes.

Adicionalmente se proyecta el uso de mallas metálicas como forro que recubra toda el área de la pantalla del talud, mismo que posteriormente será tarrajado con mortero C:A (1:6) e=1", esto con el fin de brindar una protección superficial al talud frente a precipitaciones pluviales y desprendimiento de pequeñas masas de suelos, ya que en los suelos tropicales este comportamiento es habitual.

Como contribución a la estabilidad global del talud, se realizará el hincado de varillas de acero entre los espaciamientos de los pilotes, esto nos servirá de anclaje al momento de forrar la pantalla del talud con la malla metálica; complementariamente de manera vertical, estas varillas tienen la función de controlar micro planos de falla que se puede producir en los tramos intermedios y serán anclados en los pilotes, con ganchos sujetos a durmientes horizontales que permitirán que el sistema se comporte de manera monolítica, distribuyendo las cargas y esfuerzos a cada uno de los pilotes. Ver Anexo 2 (Planos de la propuesta), pág. 189

## 6.4. Sustento del desarrollo del trabajo de campo.

<b>HOJA DE CONTROL DE ENSAYO SPT - CAMPO</b>				
<b>PROYECTO:</b> CONSTRUCCION y MEJORAMIENTO DEL HOSPITAL APOYO IQUITOS "CESAR GARAYAR GARCIA"				
<b>Propietario:</b> GOBIERNO REGIONAL DE LORETO				
<b>Ubicación:</b> INSTALACIONES DEL HOSPITAL APOYO IQUITOS "CESAR GARAYAR GARCIA"				
<b>SPT - Nº 01</b>			Fecha: Enero 2017	
Profundidad metros	Niveles Control	Campo: Nº Golpes (N)		Descripción del Perfil Estratigráfico y Gráfico
		N <sub>15</sub>	N <sub>30</sub>	
0.00				0.00 - 0.30 Relleno de Arena Limosa de color Negro con presencia de raíces.
				0.30 - 0.45 Relleno de Arcilla arenosa de color gris claro.
1.00				0.45 - 1.20 Relleno de Arena de color blanquesina con presencia de cascajo.
				1.20 - 4.00 Arcilla inorganica de color gris claro.
2.00				
2.15	15 cm	3		
2.30	30 cm	3		
2.45	45 cm	4	9	
2.60	60 cm	5		
3.00				
4.00				
4.15	15 cm	7		4.00 - 10.00 Arena fina de color blanquesina.
4.30	30 cm	8		
4.45	45 cm	12	24	
4.60	60 cm	12		
5.00				
6.00				
6.15	15 cm	13		
6.30	30 cm	25		
6.45	45 cm	23	47	
6.60	60 cm	24		
7.00				
8.00				
8.15	15 cm	15		
8.30	30 cm	25		
8.45	45 cm	34	75	
8.60	60 cm	41		
9.00				
10.00				

10.15	15 cm	7		47	10.00 - 10.60 Arena fina de color marron.
10.30	30 cm	15			
10.45	45 cm	16			
10.60	60 cm	31			
					10.60 - 12.60 Arena fina de color blanquesina.
11.00					
12.00				27	12.60 - 13.40 Arena fina de color marron.
12.15	15 cm	7			
12.30	30 cm	12			
12.45	45 cm	14			
12.60	60 cm	13			13.40 - 16.60 Arcilla inorganica de color gris azulada.
13.00					
14.00				31	13.40 - 16.60 Arcilla inorganica de color gris azulada.
14.15	15 cm	2			
14.30	30 cm	4			
14.45	45 cm	9			
14.60	60 cm	22			105
15.00					
16.00				105	13.40 - 16.60 Arcilla inorganica de color gris azulada.
16.15	15 cm	13			
16.30	30 cm	24			
16.45	45 cm	51			
16.60	60 cm	54			



Gráfico 12 Hoja de control de ensayo en campo - SPT 1



### HOJA DE CONTROL DE ENSAYO SPT - CAMPO

**PROYECTO:** CONSTRUCCION y MEJORAMIENTRO DEL HOSPITAL APOYO IQUITOS "CESAR GARAYAR GARCIA"  
**Propietario:** GOBIERNO REGIONAL DE LORETO  
**Ubicación:** INSTALACIONES DEL HOSPITAL APOYO IQUITOS "CESAR GARAYAR GARCIA"

Fecha: Enero 2017

#### SPT - N° 02



Profundidad metros	Niveles Control	Campo: N° Golpes (N)		Descripción del Perfil Estratigráfico y Gráfico
		N <sub>15</sub>	N <sub>30</sub>	
0.00				0.00 - 0.30 Relleno de Arena Limosa de color Negro con presencia de raíces.
1.00				
2.00				0.30 - 1.50 Relleno de Arena de color blanquesina con presencia de cascajo.
2.15	15 cm	3		
2.30	30 cm	4		
2.45	45 cm	8	23	
2.60	60 cm	15		
3.00				1.50 - 6.00 Arcilla Inorganica de color Gris Claro.
4.00				
4.15	15 cm	14		
4.30	30 cm	26		
4.45	45 cm	23	56	
4.60	60 cm	33		
5.00				
6.00				
6.15	15 cm	19	75	
6.30	30 cm	30		
6.45	45 cm	33		
6.60	60 cm	42		
7.00				6.00 - 8.00 Arena de color Negro.
8.00				

8.15	15 cm	15	
8.30	30 cm	21	
8.45	45 cm	40	92
8.60	60 cm	52	
9.00			
10.00			
10.15	15 cm	16	
10.30	30 cm	22	
10.45	45 cm	35	79
10.60	60 cm	44	
11.00			
12.00			
12.15	15 cm	15	
12.30	30 cm	24	
12.45	45 cm	37	86
12.60	60 cm	49	
13.00			
14.00			
14.15	15 cm	3	
14.30	30 cm	9	
14.45	45 cm	17	46
14.60	60 cm	29	
15.00			
16.00			
16.15	15 cm	12	
16.30	30 cm	18	
16.45	45 cm	28	63
16.60	60 cm	35	

8.00 - 13.60 Arena de color Marron.			
13.60 - 14.60 Arcilla Inorganica de color Gris Oscuro.			
14.60 - 15.50 Arena de color Marron.			
15.60 - 16.60 Arena Gruesa de color Blanco.			






Gráfico 13 Hoja de control de ensayo en campo - SPT 2

### HOJA DE CONTROL DE ENSAYO SPT - CAMPO

<b>PROYECTO:</b>	CONSTRUCCION y MEJORAMIENTRO DEL HOSPITAL APOYO IQUITOS "CESAR GARAYAR GARCIA"
<b>Propietario:</b>	GOBIERNO REGIONAL DE LORETO
<b>Ubicación:</b>	INSTALACIONES DEL HOSPITAL APOYO IQUITOS "CESAR GARAYAR GARCIA"
Fecha: Enero 2017	

#### SPT - N° 03

Profundidad metros	Niveles Control	Campo: N° Golpes (N)		Descripción del Perfil Estratigráfico y Gráfico
		N <sub>15</sub>	N <sub>30</sub>	
0.00				0.00 - 0.50 Relleno de Arena Limosa de color Negro.
1.00				
2.00				0.50 - 2.00 Relleno de Arena Limosa de color Blanco.
2.15	15 cm	2		
2.30	30 cm	3		
2.45	45 cm	5	12	
2.60	60 cm	7		
3.00				2.00 - 5.00 Arcilla Inorganica de Color Gris Claro.
4.00				
4.15	15 cm	1		
4.30	30 cm	2		
4.45	45 cm	2	4	
4.60	60 cm	2		
5.00				5.00 - 6.60 Arcilla Inorganica de Color Gris Oscuro.
6.00				
6.15	15 cm	1		
6.30	30 cm	2		
6.45	45 cm	2	4	
6.60	60 cm	2		

7.00				
8.00				
8.15	15 cm	6		
8.30	30 cm	9		
8.45	45 cm	17		
8.60	60 cm	12	29	
9.00				
10.00				
10.15	15 cm	10		
10.30	30 cm	3		
10.45	45 cm	5		
10.60	60 cm	11	16	
11.00				
12.00				
12.15	15 cm	42		
12.30	30 cm	50		
12.45	45 cm	65		
12.60	60 cm	88	153	
13.00				
14.00				
14.15	15 cm	20		
14.30	30 cm	34		
14.45	45 cm	37		
14.60	60 cm	34	71	
15.00				
16.00				
16.15	15 cm	8		
16.30	30 cm	14		
16.45	45 cm	31		
16.60	60 cm	30	61	

2.00 - 5.00 Arena Inorganica de Color Blanco.



Gráfico 14 Hoja de control de ensayo en campo - SPT 3

**HOJA DE CONTROL DE ENSAYO SPT - CAMPO**

**PROYECTO:** CONSTRUCCION y MEJORAMIENTRO DEL HOSPITAL APOYO IQUITOS "CESAR GARAYAR GARCIA"  
**Propietario:** GOBIERNO REGIONAL DE LORETO  
**Ubicación:** INSTALACIONES DEL HOSPITAL APOYO IQUITOS "CESAR GARAYAR GARCIA"


Fecha: Enero 2017


**SPT - N° 04**


Profundidad metros	Niveles Control	Campo: N° Golpes (N)		Descripción del Perfil Estratigráfico y Gráfico
		N <sub>15</sub>	N <sub>30</sub>	
0.00				0.00 - 0.10 Relleno de Arena Limosa de color Amarillo.
				0.00 - 0.30 Relleno de Arena de color Negro con presencia de raíces.
				0.30 - 0.60 Relleno de Arena de color Blanco con presencia de
1.00				0.45 - 1.20 Relleno de Arena de color blanquesina con presencia de cascajo.
2.00				1.40 - 2.60 Arena Limosa de color Negro Compactada (Duro)
2.15	15 cm	14		
2.30	30 cm	50		
2.45	45 cm	87	194	
2.60	60 cm	107		
3.00				2.60 - 5.70 Arcilla de color Gris Claro.
4.00				
4.15	15 cm	1		
4.30	30 cm	1		
4.45	45 cm	2	4	
4.60	60 cm	2		
5.00				
6.00				6.60 - 12.00 Arena de color Blanquesina.
6.15	15 cm	9		
6.30	30 cm	9		
6.45	45 cm	5	13	
6.60	60 cm	8		
7.00				
8.00				
8.15	15 cm	4		
8.30	30 cm	17	40	
8.45	45 cm	18		
8.60	60 cm	22		
9.00				10.00 - 10.60 Arena de color Blanquesina.
10.00				
10.15	15 cm	19		
10.30	30 cm	30		
10.45	45 cm	28	50	
10.60	60 cm	22		
11.00				11.00 - 12.00 Arena de color Blanquesina.
12.00				

12.15	15 cm	8		12.00 - 14.00 Arena de color Marron.
12.30	30 cm	11		
12.45	45 cm	12	31	
12.60	60 cm	19		
13.00				
14.00				14.00 - 16.60 Arena de color Blanco.
14.15	15 cm	19		
14.30	30 cm	25		
14.45	45 cm	42	87	
14.60	60 cm	45		
15.00				
16.00				
16.15	15 cm	18		
16.30	30 cm	23		
16.45	45 cm	39	80	
16.60	60 cm	41		










Gráfico 15 Hoja de control de ensayo en campo - SPT 4

### HOJA DE CONTROL DE ENSAYO SPT - CAMPO

**PROYECTO:** CONSTRUCCION y MEJORAMIENRTO DEL HOSPITAL APOYO IQUITOS "CESAR GARAYAR GARCIA"  
**Propietario:** GOBIERNO REGIONAL DE LORETO  
**Ubicación:** INSTALACIONES DEL HOSPITAL APOYO IQUITOS "CESAR GARAYAR GARCIA"

Fecha: Enero 2017

#### SPT - Nº 05

Profundidad metros	Niveles Control	Campo: Nº Golpes (N)		Descripción del Perfil Estratigráfico y Gráfico
		N <sub>15</sub>	N <sub>30</sub>	
0.00				0.00 - 0.30 Relleno de Arena Limosa de color Negro con presencia de raíces.
				0.30 - 0.80 Relleno de Arcilla de color Marron con presencia de cascajo.
1.00				0.80 - 1.00 Relleno de Arena Limosa de color Blanco.
2.00				
2.15	15 cm	32		1.00 - 2.60 Arena fina de color negro compactada.
2.30	30 cm	42		
2.45	45 cm	45	95	
2.60	60 cm	50		
				2.60 - 3.00 Arena fina de color Blanquesina.
3.00				
4.00				
4.15	15 cm	2		3.00 - 6.00 Arcilla Inorganica de color Gris Claro.
4.30	30 cm	3		
4.45	45 cm	3	7	
4.60	60 cm	4		
5.00				
6.00				





### HOJA DE CONTROL DE ENSAYO SPT - CAMPO

<b>PROYECTO:</b>	CONSTRUCCION y MEJORAMIENTRO DEL HOSPITAL APOYO IQUITOS "CESAR GARAYAR GARCIA"
<b>Propietario:</b>	GOBIERNO REGIONAL DE LORETO
<b>Ubicación:</b>	INSTALACIONES DEL HOSPITAL APOYO IQUITOS "CESAR GARAYAR GARCIA"
Fecha: Enero 2017	

#### SPT - Nº 06

Profundidad metros	Niveles Control	Campo: Nº Golpes (N)		Descripción del Perfil Estratigráfico y Gráfico
		N <sub>15</sub>	N <sub>30</sub>	
0.00				0.00 - 0.40 Relleno de Arena Limosa de color Negro con presencia de raíces.
				0.40 - 1.00 Relleno de Arena de color blanquesina con presencia de raíces.
1.00				
				1.00 - 2.60 Arena fina de color marron.
2.00				
2.15	15 cm	22		
2.30	30 cm	29		
2.45	45 cm	25	50	
2.60	60 cm	25		
				2.60 - 4.60 Arcilla Inorganica de color Negro.
3.00				
4.00				
4.15	15 cm	1	2	
4.30	30 cm	1		
4.45	45 cm	1		
4.60	60 cm	1		
				4.60 - 6.60 Arena fina de color Negro.
5.00				
6.00				
6.15	15 cm	5	17	
6.30	30 cm	9		
6.45	45 cm	10		
6.60	60 cm	7		
				6.60 - 8.00 Arena fina de color Blanquesina.
7.00				
8.00				
8.15	15 cm	1	13	
8.30	30 cm	1		
8.45	45 cm	3		
8.60	60 cm	10		

9.00				
10.00				
10.15	15 cm	12		
10.30	30 cm	18		
10.45	45 cm	19		
10.60	60 cm	26	45	
11.00				
12.00				
12.15	15 cm	9		
12.30	30 cm	12		
12.45	45 cm	35		
12.60	60 cm	41	76	

8.60 - 12.60 Arena fina de color Blanquesina.



Gráfico 17 Hoja de control de ensayo en campo - SPT 6

## **6.5. Análisis de estabilidad.**

En este apartado, se realizó el análisis de estabilidad de los taludes; para la modelación se utilizó el método de las dovelas o también conocido como el método de Bishop simplificado, en esta investigación se utilizaron los datos obtenidos en el estudio de suelos, para posteriormente calcular el factor de seguridad del talud con el método antes mencionado.

### **Cálculos Justificativos**

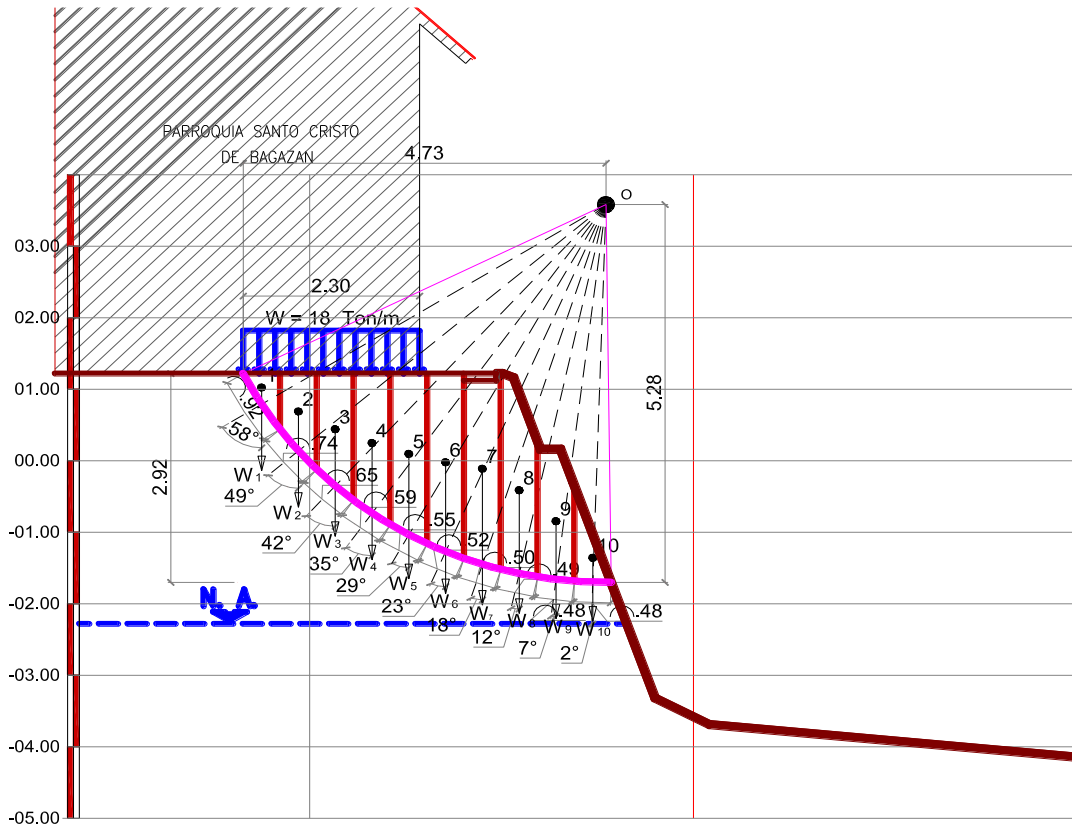
#### **Cálculo del factor de seguridad del talud**

## PLANO DE FALLA 1

### METODO DE LAS DOVELAS

Proyecto : HOSPITAL II-2 CESAR GARAYAR GARCIA; ESTABILIZACIÓN DE TALUD EN CBD1

Ubicación: Cámara de Bombeo 1 Límite Parroquia Santo Cristo de Bagazán



Dovela	W	$\alpha_n$	Sen $\alpha_n$	Cos $\alpha_n$	Un	$\Delta L_n \cdot c$	Wn.Sen $\alpha_n$	Wn.Cos $\alpha_n$	Wn.Cos $\alpha_n - Un \cdot \Delta L_n$
Nº	(kN/m)	(grados)				(m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(5A)	(6)	(7)	(8)	(8A)
01	86.74	58	0.85	0.53	0.00	6.93	73.56	45.97	45.97
02	92.50	49	0.75	0.66	0.00	5.57	69.81	60.69	60.69
03	96.64	42	0.67	0.74	0.00	4.90	64.67	71.82	71.82
04	99.88	35	0.57	0.82	0.00	4.44	57.29	81.82	81.82
05	85.28	29	0.48	0.87	0.00	4.14	41.35	74.59	74.59
06	21.42	23	0.39	0.92	0.00	3.92	8.37	19.72	19.72
07	22.32	18	0.31	0.95	0.00	3.77	6.90	21.23	21.23
08	21.24	12	0.21	0.98	0.00	3.69	4.42	20.78	20.78
09	14.94	7	0.12	0.99	0.00	3.62	1.82	14.83	14.83
10	05.76	2	0.03	1.00	0.00	3.62	0.20	5.76	5.76
$\Sigma =$						44.59	328.38	417.18	417.18

Datos del Suelo:

$\gamma_1 = 18.00$  kN/m<sup>3</sup>

$\gamma_2 =$  kN/m<sup>3</sup>

$\gamma_3 =$  kN/m<sup>3</sup>

Empotramiento en el estrato firme

$c_1 = 7.53$  kN/m<sup>2</sup>

$c_2 =$  kN/m<sup>2</sup>

$\phi$  (grados) = 0

Talud en estado de Falla

incipiente FS = 1.0

Valor recomendado

FS = 1.5

Análisis de Estabilidad con infiltración de Agua

$$FS = \frac{\Sigma (\Delta L_n)(c) + \Sigma (W_n \cdot \text{Cos } \alpha_n - Un \cdot \Delta L_n) \tan \phi}{\Sigma (W_n \cdot \text{Sen } \alpha_n)}$$

Factor de Seguridad = 0.14 **Falla**

Requiere estabilizar el talud

pág. 122



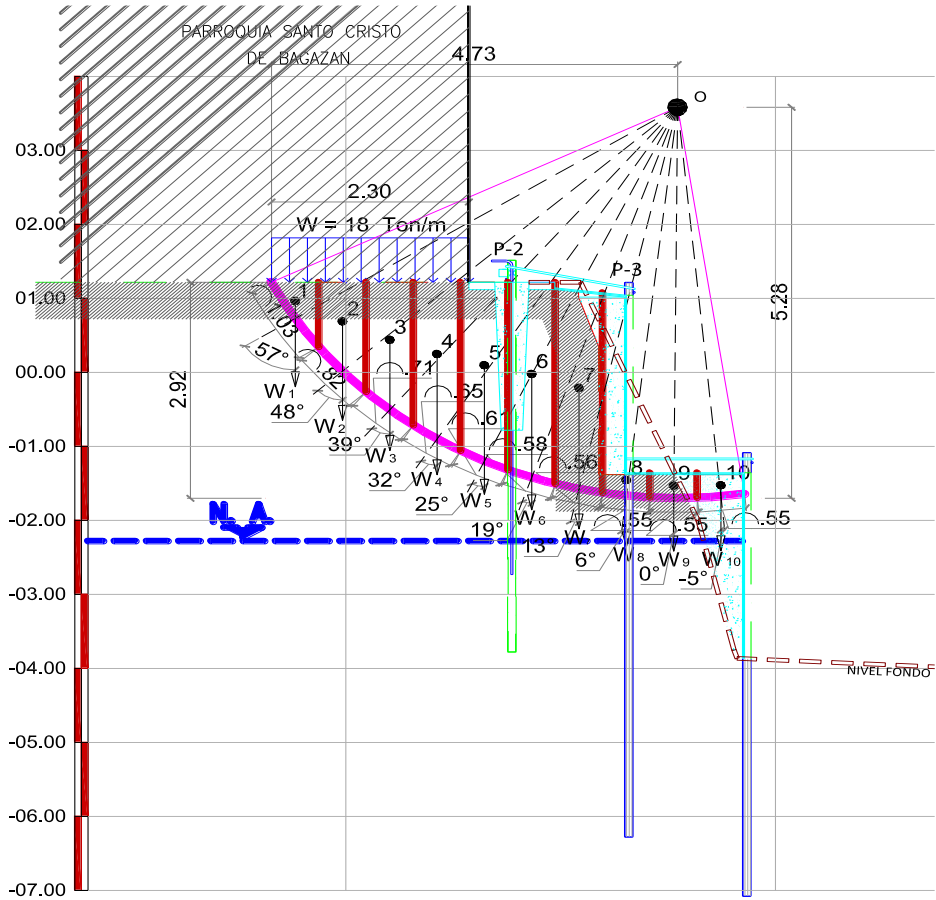
Foto 07 Estado inicial del Plano de falla 1

# PLANO DE FALLA 1

## METODO DE LAS DOVELAS

Proyecto : HOSPITAL II-2 CESAR GARAYAR GARCIA; ESTABILIZACIÓN DE TALUD EN CBD1

Ubicación: Cámara de Bombeo 1 Límite Parroquia Santo Cristo de Bagazán



Dovela	W	$\alpha_n$	Sen $\alpha_n$	Cos $\alpha_n$	Un	$\Delta L_n \cdot c$	Wn.Sen $\alpha_n$	Wn.Cos $\alpha_n$	Wn.Cos $\alpha_n - Un \cdot \Delta L_n$
Nº	(kN/m)	(grados)			(5A)	(m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(5A)	(6)	(7)	(8)	(8A)
01	87.82	57	0.84	0.54	0.00	252.61	73.65	47.83	47.83
02	95.02	48	0.74	0.67	0.00	201.11	70.61	63.58	63.58
03	100.06	39	0.63	0.78	0.00	174.13	62.97	77.76	77.76
04	104.02	32	0.53	0.85	0.00	159.41	55.12	88.21	88.21
05	91.78	25	0.42	0.91	0.00	149.60	38.79	83.18	83.18
06	28.28	19	0.33	0.95	0.00	142.25	9.21	26.73	26.73
07	28.12	13	0.22	0.97	0.00	137.34	6.33	27.40	27.40
08	15.77	6	0.10	0.99	0.00	134.89	1.65	15.68	15.68
09	03.42	0	0.00	1.00	0.00	134.89	0.00	3.42	3.42
10	03.42	-5	-0.09	1.00	0.00	134.89	-0.30	3.41	3.41

$\Sigma =$  1621.10 318.03 437.21 437.21

Datos del Suelo:

$\gamma_1 =$  18.00 kN/m<sup>3</sup>

$\gamma_2 =$  19.00 kN/m<sup>3</sup>

$\gamma_3 =$  23.54 kN/m<sup>3</sup>

Empotramiento en el estrato firme

c1= 7.53 kN/m<sup>2</sup>

c2= 245.25 kN/m<sup>2</sup>

$\phi$  (grados)= 0

Talud en estado de Falla

incipiente FS = 1.0

Valor recomendado

FS= 1.5

(Inc. El aporte del esfuerzo cortante del pilote de acero) como elemento estabilizante.

Análisis de Estabilidad con infiltración de Agua

$$FS = \frac{\Sigma (\Delta L_n)(c) + \Sigma (W_n \cdot \cos \alpha_n - U_n \cdot \Delta L_n) \tan \phi}{\Sigma (W_n \cdot \sin \alpha_n)}$$

Factor de Seguridad= 5.10 **Ok valor aceptable**



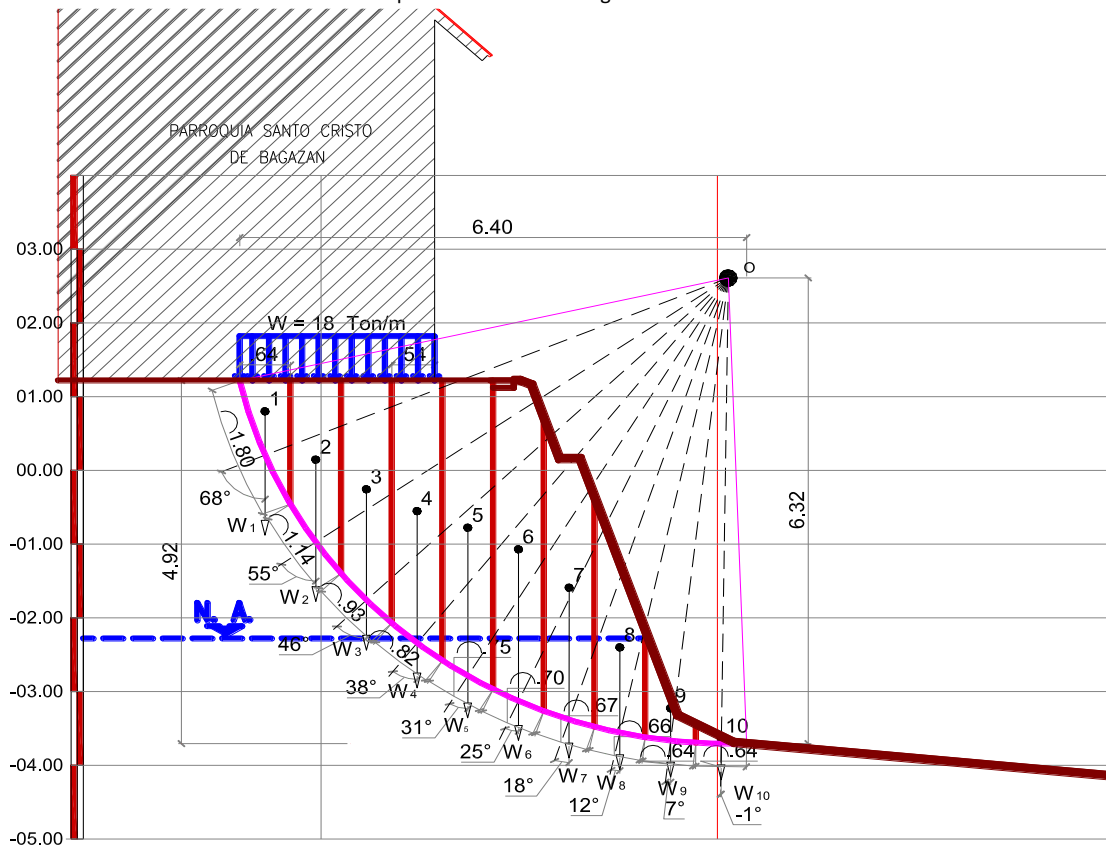
Foto 08 Plano de falla 1 estabilizado con el modelo propuesto.

## PLANO DE FALLA 2

### METODO DE LAS DOVELAS

Proyecto : HOSPITAL II-2 CESAR GARAYAR GARCIA; ESTABILIZACIÓN DE TALUD EN CBD1

Ubicación: Cámara de Bombeo 1 Límite Parroquia Santo Cristo de Bagazán



Dovela	W	$\alpha_n$	Sen $\alpha_n$	Cos $\alpha_n$	Un	$\Delta L_n \cdot c$	Wn.Sen $\alpha_n$	Wn.Cos $\alpha_n$	Wn.Cos $\alpha_n - Un \cdot \Delta L_n$
Nº	(kN/m)	(grados)	(4)	(5)	(5A)	(m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(5A)	(6)	(7)	(8)	(8A)
01	121.83	68	0.927	0.375	0.00	13.56	112.96	45.64	45.64
02	135.87	55	0.819	0.574	0.00	8.59	111.30	77.93	77.93
03	145.05	46	0.719	0.695	0.00	7.01	104.34	100.76	100.76
04	134.42	38	0.616	0.788	14.22	6.18	82.75	105.92	94.26
05	46.08	31	0.515	0.857	14.22	5.65	23.73	39.50	28.83
06	48.78	25	0.423	0.906	14.22	5.27	20.62	44.21	34.25
07	40.86	18	0.309	0.951	14.22	5.05	12.63	38.86	29.33
08	26.46	12	0.208	0.978	14.22	4.97	5.50	25.88	16.49
09	8.10	7	0.122	0.993	14.22	4.82	0.99	8.04	-1.06
10	1.26	-1	-0.017	1.000	14.22	4.82	-0.02	1.26	-7.84
$\Sigma =$						65.91	474.80	488.01	418.59

Datos del Suelo:

$\gamma_1 = 18.00$  kN/m<sup>3</sup>

$\gamma_2 =$  kN/m<sup>3</sup>

$\gamma_3 =$  kN/m<sup>3</sup>

Empotramiento en el estrato firme

$c_1 = 7.53$  kN/m<sup>2</sup>

$c_2 =$  kN/m<sup>2</sup>

$\phi$  (grados) = 0

Talud en estado de Falla

incipiente FS = 1.0

Valor recomendado

FS = 1.5

Análisis de Estabilidad con infiltración de Agua

$$FS = \frac{\Sigma (\Delta L_n)(c) + \Sigma (W_n \cdot \text{Cos } \alpha_n - U_n \cdot \Delta L_n) \tan \phi}{\Sigma (W_n \cdot \text{Sen } \alpha_n)}$$

Factor de Seguridad = 0.14 **Falla**

Requiere estabilizar el talud

pág. 126

Gráfico 20 Cálculo del FS del talud en su estado natural- Plano de falla 2





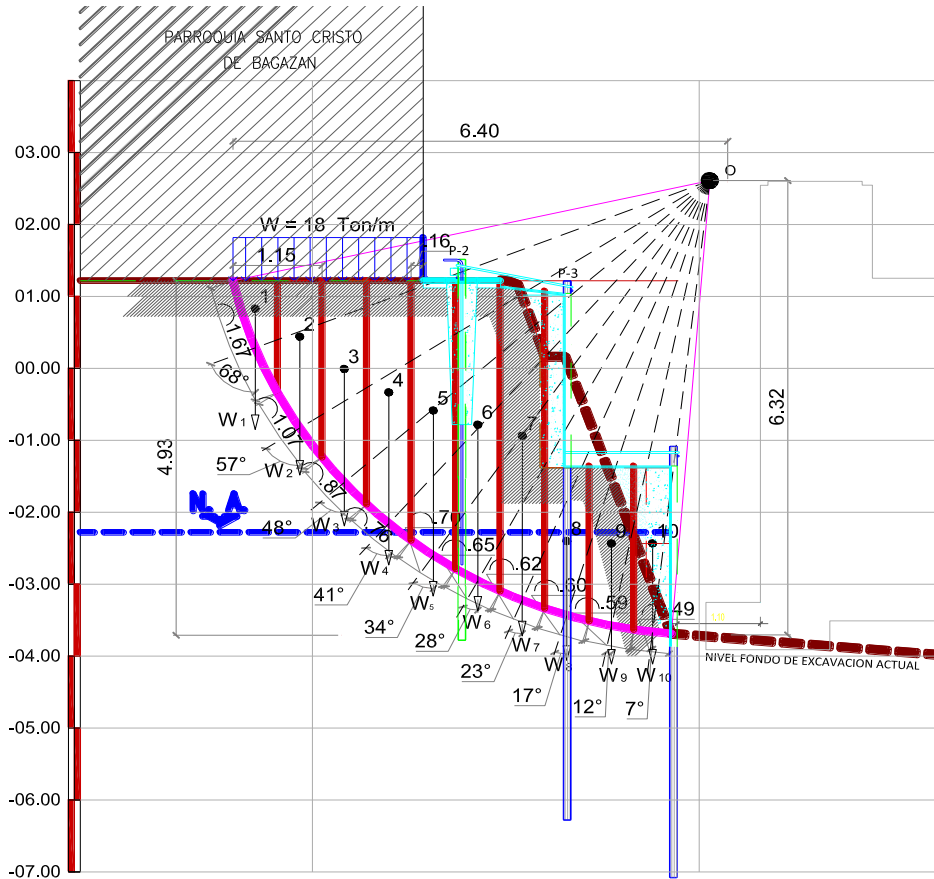
Foto 09 Estado inicial del Plano de falla 2.

## PLANO DE FALLA 2

### METODO DE LAS DOVELAS

Proyecto : HOSPITAL II-2 CESAR GARAYAR GARCIA; ESTABILIZACIÓN DE TALUD EN CBD1

Ubicación: Cámara de Bombeo 1 Límite Parroquia Santo Cristo de Bagazán



Dovela	W	$\alpha_n$	Sen $\alpha_n$	Cos $\alpha_n$	Un	$\Delta L_n \cdot c$	Wn.Sen $\alpha_n$	Wn.Cos $\alpha_n$	Wn.Cos $\alpha_n - Un \cdot \Delta L_n$
Nº	(kN/m)	(grados)	(4)	(5)	(5A)	(m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(5A)	(6)	(7)	(8)	(8A)
01	120.03	68	0.93	0.37	0.00	409.57	111.29	44.97	44.97
02	131.91	57	0.84	0.54	0.00	262.42	110.63	71.85	71.85
03	139.83	48	0.74	0.67	0.00	213.37	103.92	93.57	93.57
04	128.48	41	0.66	0.75	14.22	186.39	84.29	96.96	86.15
05	42.90	34	0.56	0.83	14.22	171.68	23.99	35.57	25.61
06	46.80	28	0.47	0.88	14.22	159.41	21.97	41.32	32.08
07	47.12	23	0.39	0.92	14.22	152.06	18.41	43.37	34.55
08	33.44	17	0.29	0.96	14.22	147.15	9.78	31.98	23.44
09	22.68	12	0.21	0.98	14.22	144.70	4.72	22.18	13.79
10	19.95	7	0.12	0.99	14.22	120.17	2.43	19.80	12.83
$\Sigma =$						1966.91	491.43	501.57	438.84

Datos del Suelo:

$\gamma_1 = 18.00$  kN/m<sup>3</sup>

$\gamma_2 = 19.00$  kN/m<sup>3</sup>

$\gamma_3 = 23.54$  kN/m<sup>3</sup>

Empotramiento en el estrato firme

$c_1 = 7.53$  kN/m<sup>2</sup>

$c_2 = 245.25$  kN/m<sup>2</sup>

$\phi$  (grados) = 0

Talud en estado de Falla

incipiente FS = 1.0

Valor recomendado

FS = 1.5

(Inc. El aporte del esfuerzo cortante del pilote de acero) como elemento estabilizante.

Análisis de Estabilidad con infiltración de Agua

$$FS = \frac{\Sigma (\Delta L_n)(c) + \Sigma (W_n \cdot \text{Cos } \alpha_n - U_n \cdot \Delta L_n) \tan \phi}{\Sigma (W_n \cdot \text{Sen } \alpha_n)}$$

Factor de Seguridad = 4.00 **Ok valor aceptable**

pág. 128



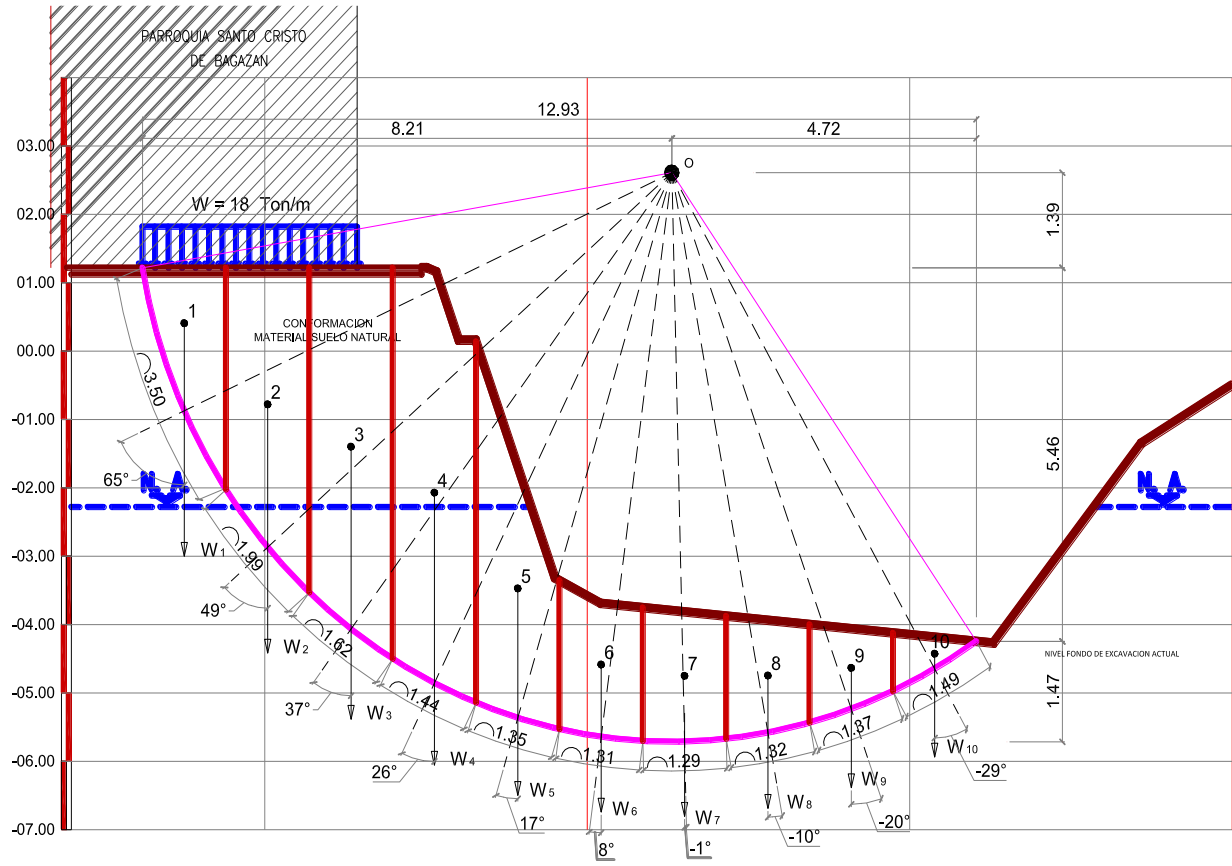
Foto 10 Plano de falla 2 estabilizado con el modelo propuesto.

### PLANO DE FALLA 3

#### METODO DE LAS DOVELAS

Proyecto : HOSPITAL II-2 CESAR GARAYAR GARCIA; ESTABILIZACIÓN DE TALUD EN CBD1

Ubicación: Cámara de Bombeo 1 Límite Parroquia Santo Cristo de Bagazán



Dovela	W	$\alpha_n$	Sen $\alpha_n$	Cos $\alpha_n$	Un	$\Delta L_n \cdot c$	Wn.Sen $\alpha_n$	Wn.Cos $\alpha_n$	Wn.Cos $\alpha_n - Un \cdot \Delta L_n$
Nº	(kN/m)	(grados)	(4)	(5)	(5A)	(m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)
(1)	(2)	(3)				(6)	(7)	(8)	(8A)
01	251.54	65	0.906	0.423	0.00	26.36	227.97	106.30	106.30
02	300.32	49	0.755	0.656	33.84	14.99	226.65	197.03	129.68
03	250.73	37	0.602	0.799	33.84	12.20	150.90	200.24	145.42
04	132.48	26	0.438	0.899	33.84	10.85	58.08	119.07	70.34
05	85.50	17	0.292	0.956	33.84	10.17	25.00	81.76	36.07
06	46.80	8	0.139	0.990	33.84	9.87	6.51	46.34	2.01
07	43.92	-1	-0.017	1.000	33.84	9.72	-0.77	43.91	0.25
08	37.98	-10	-0.174	0.985	33.84	9.94	-6.60	37.40	-7.27
09	27.18	-20	-0.342	0.940	33.84	10.32	-9.30	25.54	-20.83
10	10.44	-29	-0.485	0.875	33.84	11.22	-5.06	9.13	-41.30
$\Sigma =$						125.65	673.39	866.75	420.67

Datos del Suelo:

$\gamma_1 = 18.00$  kN/m<sup>3</sup>  
 $\gamma_2 =$  kN/m<sup>3</sup>  
 $\gamma_3 =$  kN/m<sup>3</sup>

Talud en estado de Falla

incipiente FS = 1.0

Valor recomendado

FS= 1.5

Empotramiento en el estrato firme

c1= 7.53 kN/m<sup>2</sup>

c2= 20 kN/m<sup>2</sup>

$\phi$  (grados)= 0

Análisis de Estabilidad con infiltración de Agua

$$FS = \frac{\Sigma (\Delta L_n)(c) + \Sigma (W_n \cdot \text{Cos } \alpha_n - U_n \cdot \Delta L_n) \tan \phi}{\Sigma (W_n \cdot \text{Sen } \alpha_n)}$$

Factor de Seguridad= 0.19 **Falla**

Requiere estabilizar el talud

pág. 130

Gráfico 22 Calculo del FS del talud en su estado natural- Plano de falla 3



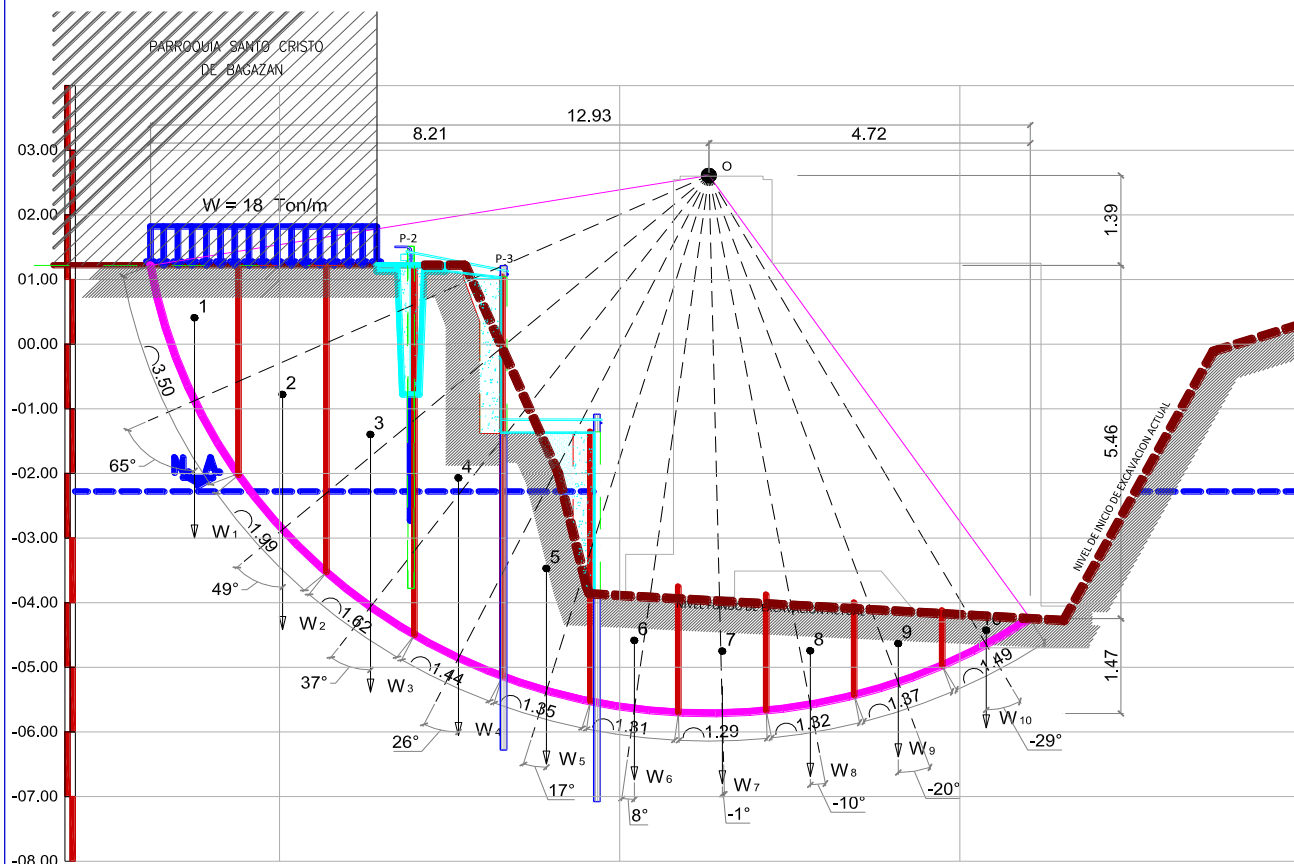
Foto 11 Estado inicial del Plano de falla 3.

### PLANO DE FALLA 3

#### METODO DE LAS DOVELAS

Proyecto : HOSPITAL II-2 CESAR GARAYAR GARCIA; ESTABILIZACIÓN DE TALUD EN CBD1

Ubicación: Cámara de Bombeo 1 Límite Parroquia Santo Cristo de Bagazán



Dovela	W	$\alpha_n$	Sen $\alpha_n$	Cos $\alpha_n$	Un	$\Delta L_n * c$	Wn.Sen $\alpha_n$	Wn.Cos $\alpha_n$	Wn.Cos $\alpha_n - Un.\Delta L_n$
Nº	(kN/m)	(grados)			(5A)	(m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(5A)	(6)	(7)	(8)	(8A)
01	251.54	65	0.91	0.42	0.00	858.38	227.97	106.30	106.30
02	300.32	49	0.75	0.66	0.00	488.05	226.65	197.03	197.03
03	250.73	37	0.60	0.80	0.00	397.31	150.90	200.24	200.24
04	146.49	26	0.44	0.90	33.84	353.16	64.22	131.66	82.93
05	98.23	17	0.29	0.96	33.84	331.09	28.72	93.94	48.25
06	50.70	8	0.14	0.99	33.84	321.28	7.06	50.21	5.87
07	46.36	-1	-0.02	1.00	33.84	316.37	-0.81	46.35	2.69
08	37.98	-10	-0.17	0.98	33.84	323.73	-6.60	37.40	-7.27
09	27.18	-20	-0.34	0.94	33.84	335.99	-9.30	25.54	-20.83
10	10.44	-29	-0.48	0.87	33.84	365.42	-5.06	9.13	-41.30
$\Sigma =$						4090.77	683.75	897.81	573.92

Datos del Suelo:

$\gamma_1 = 18.00$  kN/m<sup>3</sup>

$\gamma_2 = 19.00$  kN/m<sup>3</sup>

$\gamma_3 = 23.54$  kN/m<sup>3</sup>

Empotramiento en el estrato firme

$c_1 = 7.53$  kN/m<sup>2</sup>

$c_2 = 245.25$  kN/m<sup>2</sup>

$\phi$  (grados) = 0

Talud en estado de Falla

incipiente FS = 1.0

Valor recomendado

FS = 1.5

(Inc. El aporte del esfuerzo cortante del pilote de acero) como elemento estabilizante.

Análisis de Estabilidad con infiltración de Agua

$$FS = \frac{\Sigma (\Delta L_n)(c) + \Sigma (W_n \cdot \text{Cos } \alpha_n - U_n \cdot \Delta L_n) \tan \phi}{\Sigma (W_n \cdot \text{Sen } \alpha_n)}$$



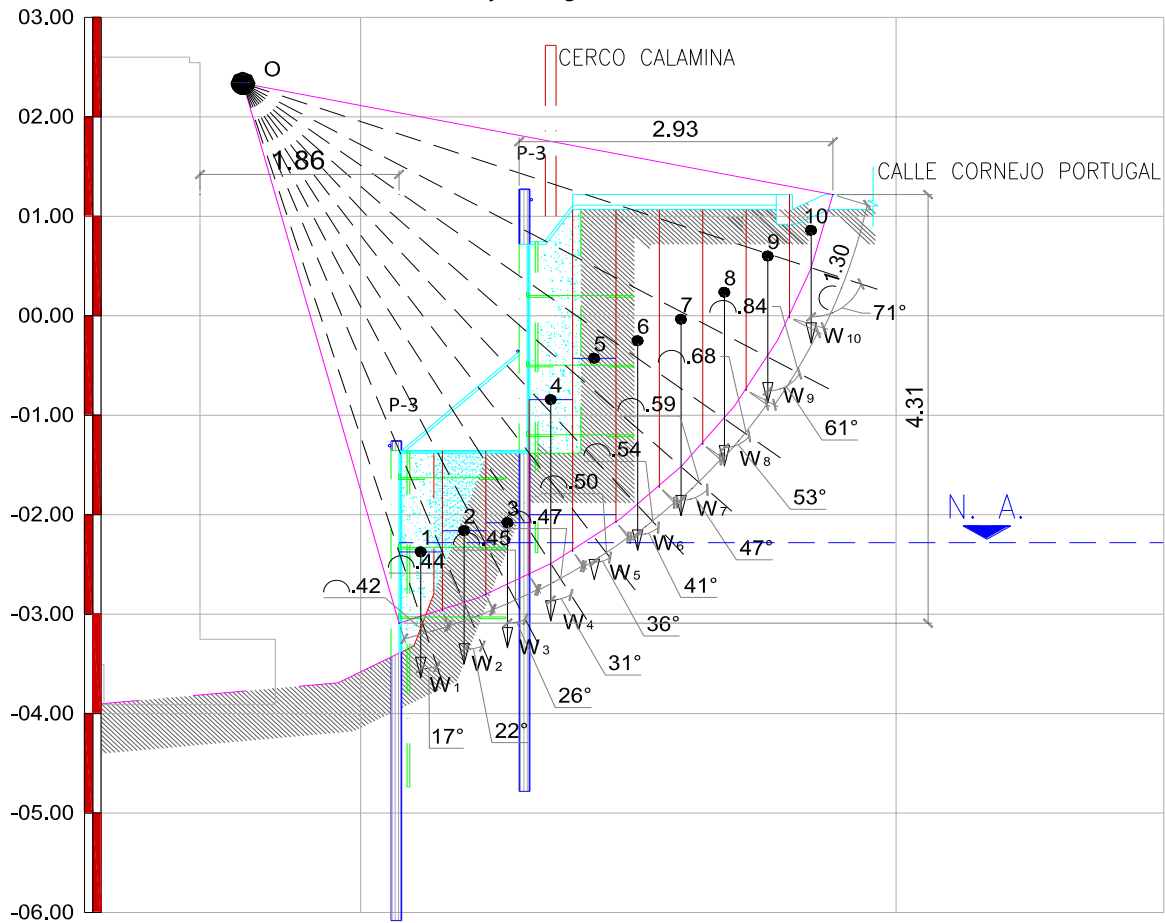
Foto 12 Plano de falla 3 estabilizado con el modelo propuesto.

## PLANO DE FALLA CORNEJO PORTUGAL

### METODO DE LAS DOVELAS

Proyecto : HOSPITAL II-2 CESAR GARAYAR GARCIA; ESTABILIZACIÓN DE TALUD EN CBD1

Ubicación: Cámara de Bombeo 1 Límite con Calle Cornejo Portugal



Dovela	W	$\alpha_n$							
Nº	(kN/m)	(grados)	Sen $\alpha_n$	Cos $\alpha_n$	Un	$\Delta L_n * c$	Wn.Sen $\alpha_n$	Wn.Cos $\alpha_n$	Wn.Cos $\alpha_n - Un.\Delta L_n$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(5A)	(6)	(7)	(8)	(8A)
01	12.92	17	0.29	0.96	16.19	103.01	3.78	12.36	5.56
02	11.16	22	0.37	0.93	16.19	107.91	4.18	10.35	3.23
03	9.90	26	0.44	0.90	16.19	110.36	4.34	8.90	1.61
04	25.84	31	0.52	0.86	16.19	115.27	13.31	22.15	14.54
05	23.94	36	0.59	0.81	16.19	122.63	14.07	19.37	11.27
06	21.78	41	0.66	0.75	0.00	132.44	14.29	16.44	16.44
07	18.90	47	0.73	0.68	0.00	144.70	13.82	12.89	12.89
08	15.30	53	0.80	0.60	0.00	166.77	12.22	9.21	9.21
09	10.80	61	0.87	0.48	0.00	206.01	9.45	5.24	5.24
10	4.50	71	0.95	0.33	0.00	318.83	4.25	1.47	1.47
$\Sigma =$						1527.91	93.71	118.35	81.45

Datos del Suelo:

$\gamma_1 = 18.00$  kN/m<sup>3</sup>

$\gamma_2 = 19.00$  kN/m<sup>3</sup>

$\gamma_3 =$  kN/m<sup>3</sup>

Empotramiento en el estrato firme

$c_1 = 7.53$  kN/m<sup>2</sup>

$c_2 = 245.25$  kN/m<sup>2</sup>

$\phi$  (grados) = 0

Talud en estado de Falla

incipiente FS = 1.0

Valor recomendado

FS = 1.5

(Inc. El aporte del esfuerzo cortante del pilote de acero como elemento estabilizante.

Análisis de Estabilidad con infiltración de Agua

$$FS = \frac{\Sigma (\Delta L_n)(c) + \Sigma (W_n \cdot \cos \alpha_n - U_n \cdot \Delta L_n) \tan \phi}{\Sigma (W_n \cdot \sin \alpha_n)}$$

pág. 134

Factor de Seguridad = 16.30 **Ok valor aceptable**

Gráfico 24 Cálculo del FS del talud estabilizado - Plano de falla 4





Foto 13 Estado inicial del Plano de falla 4.

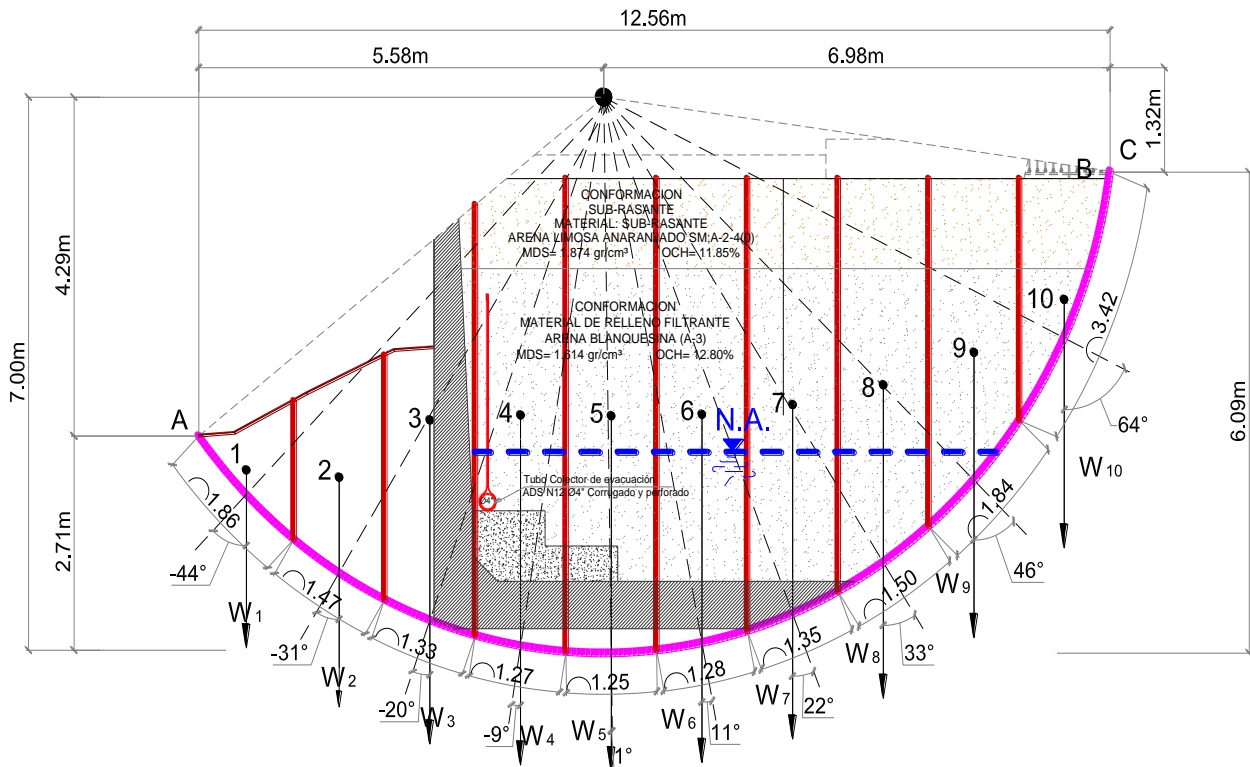
# MEMORIA DE CALCULO

## ESTABILIDAD DE TALUDES

### METODO DE LAS DOVELAS

Proyecto : HOSPITAL II-2 CESAR GARAYAR GARCIA; ESTABILIZACIÓN DE TALUD EN CBD1

Ubicación: Cámara de Bombeo 1 Límite con Calle Cornejo Portugal



Dovela	W	$\alpha_n$	Sen $\alpha_n$	Cos $\alpha_n$	Un	$\Delta L_n * c$	Wn.Sen $\alpha_n$	Wn.Cos $\alpha_n$	Wn.Cos $\alpha_n - Un.\Delta L_n$
Nº	(kN/m)	(grados)			(5A)	(m)	(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(5A)	(6)	(7)	(8)	(8A)
01	21.58	-44	-0.695	0.719	0	5.9334	-14.99	15.53	15.53
02	58.29	-31	-0.515	0.857	17.658	4.6893	-30.02	49.97	32.31
03	109.33	-20	-0.342	0.940	17.658	4.2427	-37.39	102.73	85.08
04	135.61	-9	-0.156	0.988	17.658	25.400	-21.21	133.94	116.28
05	134.47	1	0.017	1.000	17.658	25.000	2.35	134.45	116.79
06	139.40	11	0.191	0.982	17.658	25.600	26.60	136.84	119.18
07	130.63	22	0.375	0.927	17.658	27.000	48.93	121.11	103.46
08	115.12	33	0.545	0.839	17.658	30.000	62.70	96.55	78.89
09	90.06	46	0.719	0.695	17.658	36.800	64.78	62.56	44.90
10	44.23	64	0.899	0.438	0	68.400	39.76	19.39	19.39
$\Sigma =$						253.0654	141.50	873.06	731.80

Datos del Suelo:  $\gamma_1 = 19.00$  kN/m<sup>3</sup> Talud en estado de Falla  
 $\gamma_2 = 17.00$  kN/m<sup>3</sup> incipiente FS = 1.0  
 $\gamma_3 = 23.50$  kN/m<sup>3</sup> Valor recomendado  
Empotramiento en el estrato firme  $c_1 = 3.19$  kN/m<sup>2</sup> FS= 1.5  
 $c_2 = 20$  kN/m<sup>2</sup>  
 $\phi$  (grados) = 0

Análisis de Estabilidad con infiltración de Agua

$$FS = \frac{\Sigma (\Delta L_n)(c) + \Sigma (W_n \cdot \text{Cos } \alpha_n - U_n \cdot \Delta L_n) \tan \phi}{\Sigma (W_n \cdot \text{Sen } \alpha_n)}$$

Factor de Seguridad = 1.79 **Ok valor aceptable** Talud estabilizado



Foto 14 Plano de falla 4 estabilizado con el modelo propuesto.

## **6.6. Procedimiento de estabilización de taludes.**

### **PASOS PARA LA ESTABILIZACION DE TALUDES**

Este trabajo consiste en la escarificación, nivelación y compactación del terreno o del afirmado en donde haya de colocarse un terraplén nuevo, previa ejecución de las obras de relleno, desbroce y limpieza, demolición, drenaje y Subdrenaje; y la colocación, el humedecimiento o secamiento, la conformación y compactación al 95% de la máxima densidad seca de materiales apropiados de acuerdo con la presente especificación, los planos y secciones transversales del proyecto y las instrucciones del Asesor.

En los terraplenes se distinguirán tres partes o zonas constitutivas:

- ✓ Plataforma, parte del terraplén que está por debajo de la superficie original del terreno, la que ha sido variada por el retiro de material inadecuado.
- ✓ Pantalla, parte del terraplén comprendida entre la base y la corona.
- ✓ Corona, formada por la parte superior del terraplén, construida en un espesor de veinte centímetros (20 cm). Esta última capa, será conformada, perfilada y compactada con el plantillado topográfico de las cotas dadas por el contratista.

### **PROCEDIMIENTOS.**

- 1.- Reforzar con el hincado de pilotes de acero  $L= 5.00$  a  $7.00m$ ,  $e=1/4"$ , en la cantidad definida en los planos.
- 2.- Estabilizar el suelo arenoso de relleno con cemento:arena (1:16), la pantalla de excavación del primer tramo.
- 3.- Nivelar la plataforma superior 1 y cubrir con mortero C:A (1:6) la malla metálica de  $1/4"$  anclada al suelo con ganchos de fierro corrugado de  $3/8$ .

4.- Al siguiente día después de realizado el paso 2, proceder a excavar el talud del primer tramo forrando inmediatamente con la malla metálica de 1/4" anclada horizontalmente con ganchos de fierro de 3/8" al talud estabilizado, el mismo que debe ser empastado en el instante de la fijación de la malla con mortero en la proporción C:A (1:6).

5.- Proseguir con el forrado de la plataforma 2 luego de anclar las varillas de 3/8" a los pilotes de la primera pantalla, el forrado debe hacerse con mezcla C:A (1:6) luego de haberse colocado la malla anclada con ganchos al suelo nivelado.

- Repetir el procedimiento para la estabilización del segundo tramo del talud del paso 1 al 5.
- Durante los trabajos no dejar excavaciones expuestas a la precipitación pluvial, ya que se puede desestabilizar el talud, poniendo en riesgo los avances logrados.
- Cuando se encuentre material suelto en la pantalla de los taludes es necesario colocar varillas de acero corrugado verticales como protección ante posibles planos de falla.
- Si el agua subterránea genera problemas o es excesivo, detener la excavación y colocar un tubo perforado forrado con geo textil que funcione como aliviador y que redirija el agua hasta su centro de acopio.

## Capítulo 7. Análisis e interpretación de resultados

### 7.1. Análisis de los taludes desestabilizados.

De la observación de los taludes en sus condiciones iniciales en el sector uno (talud paralelo a la parroquia Santo Cristo de Bagazán) y en el sector dos (talud paralelo a la calle Cornejo Portugal), se pudo concluir que las condiciones de estabilidad de los taludes eran de estado incipiente a falla. Ver Foto 1 y 3.

#### Características geotécnicas de los taludes

Las características del suelo donde se encuentran emplazado los taludes se obtuvieron en base a la exploración de campo y ensayos de laboratorio realizados, donde se utilizaron los datos obtenidos del ensayo de SPT N°03 debido a que es el más representativo para el área en investigación; donde se observó desde el nivel 0.00m a 0.50m un relleno de arena limosa de color negro; seguidamente entre la 0.50m a los 2.00m se encontró un relleno de arena limosa de color blanco; seguidamente entre los 2.00m a 5.00m se encontró una arcilla inorgánica de color gris claro; seguidamente entre los 5.00m a 6.60m se encontró una arcilla inorgánica de color gris oscuro; finalmente entre los 6.60m y los 16.00m se encontró una arena limosa de color blanco.

A continuación, se presenta el cuadro resumen del ensayo SPT N°03:

UBIC.	ESTRATO (m)	DESCRIPCION	CLASIF.
SPT - N°03	0.00 – 0.50	Relleno de arena limosa de color negro.	R
	0.50 – 2.00	Relleno de arena limosa de color blanco.	R
	2.00 – 5.00	Arcilla inorgánica de color gris claro.	CL
	5.00 – 6.60	Arcilla inorgánica de color gris oscuro.	CL
	6.60 – 16.00	Arena limosa de color blanco.	SM

Tabla 2 Resumen de resultados de exploración SPT - N°03

## Estabilidad global de los taludes

El método de cálculo utilizado para determinar la estabilidad de los taludes en estudio fue la que propuso Bishop en el año 1955, el cual considera de alguna manera la incidencia de las fuerzas en los lados de cada dovela; para el caso presente se ha realizado el análisis de estabilidad utilizando el método antes mencionado, en el cual se analizaron diferentes posibles planos de falla, considerando superficies de falla circulares que representan los planos de falla más críticos, la masa de suelo por encima de la superficie de falla de prueba se divide en varias dovelas verticales. El ancho de cada dovela no necesariamente tiene que ser el mismo, para que, finalmente utilizando las matemáticas como herramienta de cálculo, obtener el factor de seguridad del talud. A continuación, se presenta la tabla de resumen de los factores de seguridad obtenidos para cada talud y para cada superficie de falla considerada.

ZONA	PLANO DE FALLA	Peso específico $\gamma(kN/m^3)$	Cohesión $c_u(kN/m^2)$	Factor de seguridad
Zona uno	Plano de falla 1	18	7.53	0.14
	Plano de falla 2	18	7.53	0.14
	Plano de falla 3	18	7.53	0.19
Zona dos	Plano de falla 1	19	3.19	1.79

Tabla 3 Factor de seguridad de los taludes en sus condiciones iniciales.

De los resultados obtenidos podemos concluir que los taludes en estudio presentan inestabilidad global, ya que según norma (RNE – E.050) el factor de seguridad mínimo del talud, en condiciones estáticas debe ser 1.5 y en condiciones sísmicas 1.25. Ver tabla 3

## **Tipología de la inestabilidad**

Los taludes en estudio en su totalidad, al momento de la primera inspección visual realizada, presentaron indicios de movimiento de masa, lo que se puede definir como deslizamientos causados por la carga distribuida aplicada en el talud de la zona uno y el bulbo de presiones generado por el pavimento adyacente al talud de la zona dos, además los agentes medio ambientales que actúan sobre las superficies de los taludes carecen de una protección superficial lo que incrementa la inestabilidad del talud. Siendo estos más susceptibles debido a las características de los suelos que lo conforman.

## **Mecanismo de estabilización**

Se ha identificado en las observaciones de campo que el mecanismo utilizado para contrarrestar la inestabilidad del talud eran los entibados, que son estructuras de contención provisional, conformada por tablas de madera y listones como elementos de soporte transversal.

Dicho mecanismo trajo como consecuencia dificultades para llevar a cabo la actividad principal, que fue la construcción de la cámara de bombeo y no la estabilización de los taludes. Esto debido a que los listones y tablas que se utilizaron ocupaban la mayor área en la zona de trabajo. Ver foto 2 y 5



## 7.2. Análisis de los resultados de la investigación.

Con el propósito de analizar los taludes del sector indicado y poder presentar la propuesta de aplicación tecnológica que se presenta en el siguiente texto, se analizaron los siguientes estudios: Levantamiento topográfico, estudios de ensayos SPT, toma de muestras alteradas, análisis de los suelos recolectados.

Esta información ha sido procesada y analizada para conocer las características de la zona; asimismo posteriormente se emplearon dichas características para realizar los análisis de estabilidad de los taludes en estudio, donde se obtuvieron los siguientes resultados. Ver gráficos 19,21,23,24

<b>ZONA</b>	<b>PLANO DE FALLA</b>	<b>Peso específico <math>\gamma(kN/m^3)</math></b>	<b>Cohesión <math>c_u(kN/m^2)</math></b>	<b>Factor de seguridad</b>
Zona uno	Plano de falla 1	18	245.25	5.10
	Plano de falla 2	18	245.25	4.00
	Plano de falla 3	18	245.25	5.98
Zona dos	Plano de falla 1	19	245.25	16.30

Tabla 4 Factor de seguridad de los taludes estabilizados.

La aplicación de esta propuesta es demostrable en base a las siguientes condiciones:

Los resultados del factor de seguridad para todos los taludes en estudio tienen valores mayores a 4, el cual cumple los requisitos mínimos requeridos según norma (RNE – E.050) que indica que el factor de seguridad mínimo del talud, en condiciones estáticas debe ser 1.5; dichos valores se calcularon haciendo uso del método de las dovelas.

### **7.3. Verificación de la hipótesis.**

En el presente trabajo, la hipótesis planteada de que El modelo de aplicación tecnológica propuesto es apropiado para la estabilización de taludes en la cámara de bombeo pluvial N°01 del Hospital II-2 Cesar Garayar García-Iquitos, es comprobable, ya que los taludes en materia de estudio en los que se aplicaron este método se presentan estabilizados disminuyendo las molestias que se plantean en la variable dependiente.

### **7.4. Análisis de factibilidad del modelo.**

La aplicación de esta propuesta es demostrable en base a las siguientes condiciones.

#### **Resumen ejecutivo:**

En el presente análisis de factibilidad se presenta una alternativa de solución corriente como lo es la construcción de muros de contención. Con la finalidad de ser comparado con el modelo propuesto, se presenta el diseño, presupuesto y diagrama de GANTT de un muro de contención considerando las mismas condiciones geotécnicas de la zona donde se ubican los taludes en estudio. Finalmente se realiza la interpretación de los resultados comparando las propuestas en un campo económico, en recursos y tiempo.

## Diseño del muro de contención

### DISEÑO DE MURO DE CONTENCION EN VOLADIZO

#### DATOS:

#### A GEOMETRIA DEL MURO

Hp =	5.30	m
h 1 =	1.00	m
t 1 =	0.30	m
Rec Muro	7.5	cm
Rec Zpta	7.5	cm

#### B DATOS DEL TERRENO

LIMO INORGANICO	
$\gamma$ (kg/m <sup>3</sup> )	1800
$\phi$ (°)	36.2
$\sigma t$ (kg/cm <sup>2</sup> )	0.52

#### C DATOS DEL C° Y ACERO

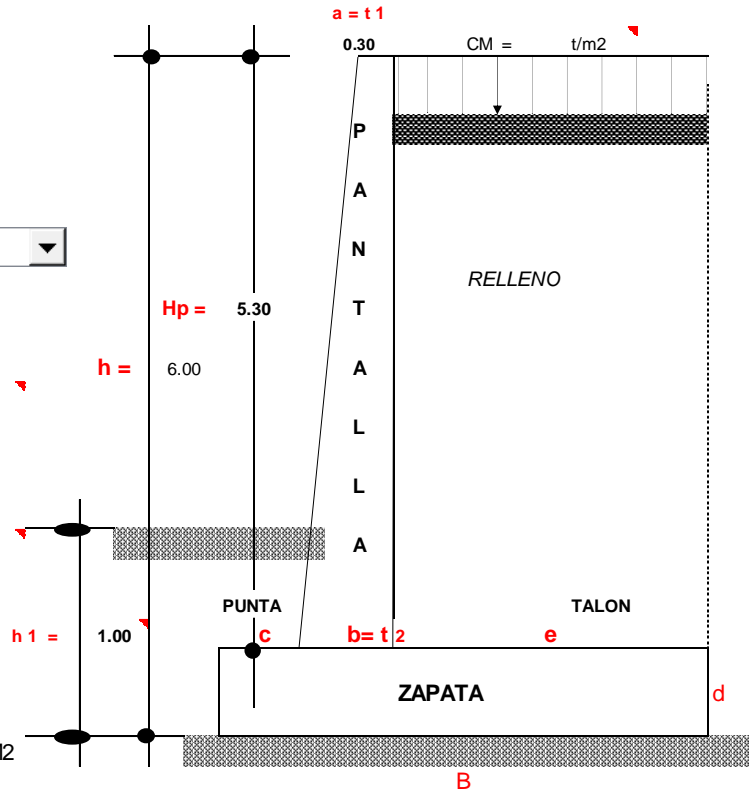
$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	210
$f'y$ (kg/cm <sup>2</sup> )	4,200

#### D FACTOR DE SEGURIDAD

F.S.V	≥	1.5
F.S.D	≥	1.25

#### E SOBRECARGA

CM=s/c t/m <sup>2</sup>	9.00	tn/M <sup>2</sup>
-------------------------	------	-------------------



#### 1.- PREDIMENSIONAMIENTO:

$$a = 0.3 \text{ minimo} \rightarrow \text{Asumido} = \text{0.30 m}$$

$$b = \frac{H}{10}$$

$$b = \frac{6.00}{10}$$

$$b = 0.6 \text{ como minimo} \rightarrow \text{Asumido} = \text{0.60 m}$$

$$B = 0.5 H \text{ a } 0.7 H$$

$$B = 0.5 \cdot 6.00 \text{ ó } 0.7 \cdot 6.00$$

$$B = 3.00 \text{ ó } 4.20 \rightarrow \text{Asumido} = \text{4.00 m}$$

$$c = \frac{H}{10} \rightarrow 0.60$$

$$c = 0.60 \rightarrow \text{Asumido} = \text{0.60 m}$$

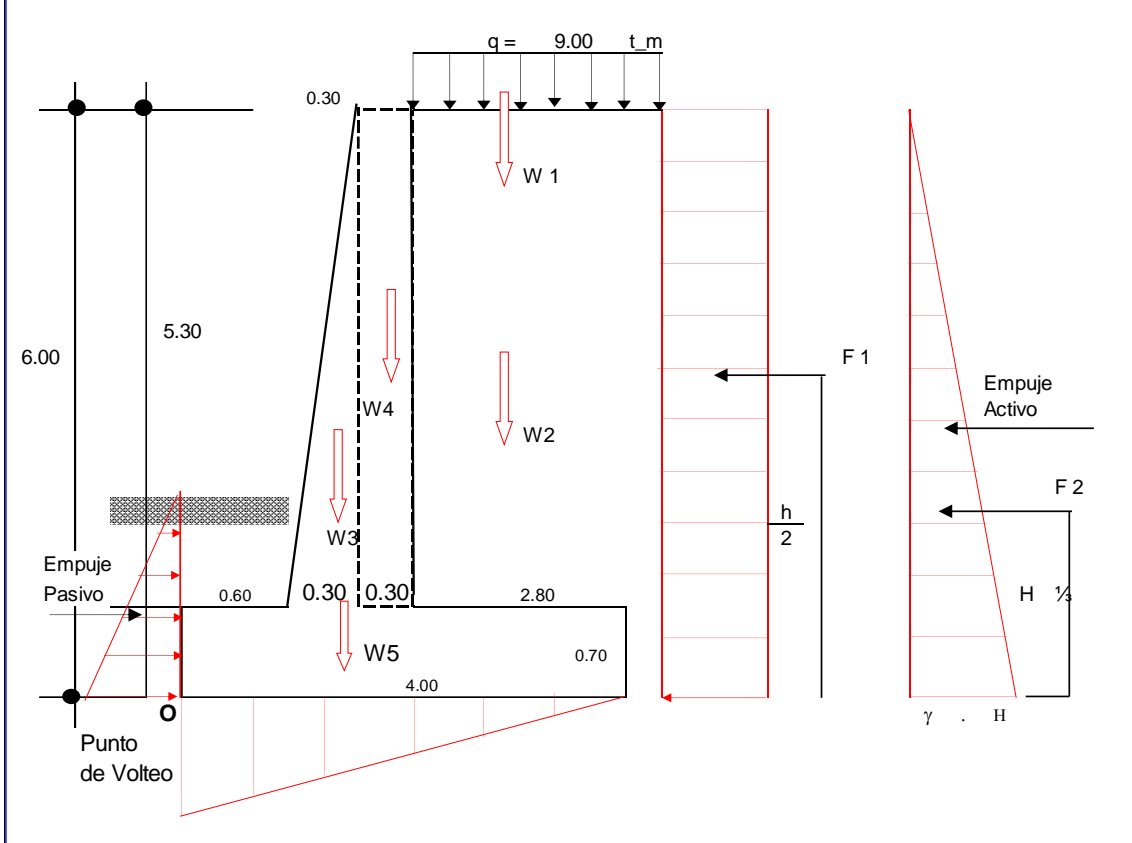
$$d = \begin{cases} = b \\ = b + r \\ = b + 10 \\ = b + 15 \\ = b + 20 \end{cases} \quad \text{0.68} \rightarrow \text{Asumido} = \text{0.70 m}$$

$$e = B - c - b$$

$$4.00 - 0.60 - 0.60$$

$$e = 2.80 \text{ m}$$

2.- **METRADO DE CARGAS:**



a._ FUERZAS VERTICALES:		1.00 mts de Analisis	
$W1 =$	$9.00 \text{ t/m}^2 \times 2.80 \times 1.00$	$=$	<b>25,200 kg</b>
$W2 =$	$1,800 \text{ kg/m}^3 \times (2.80 \times 5.30) \times 1.00$	$=$	<b>26,712 kg</b>
$W3 =$	$2,400 \text{ kg/m}^3 \times \left( \frac{0.30 \times 5.30}{2} \right) \times 1.00$	$=$	<b>1,908 kg</b>
$W4 =$	$2,400 \text{ kg/m}^3 \times 0.30 \times 5.30 \times 1.00$	$=$	<b>3,816 kg</b>
$W5 =$	$2400 \text{ kg/m}^3 \times 4.00 \times 0.70 \times 1.00$	$=$	<b>6,720 kg</b>
	$\Sigma f_y$		<b>64,356 kg</b>

b.- FUERZAS HORIZONTALES O FUERZAS DE EMPUJE DEL TERRENO

*CALCULO DEL COEFICIENTE ACTIVO DE RANKINE (Ka)*

$$K_a = \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$K_a = \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{36}{2} \right) = 0.257$$

$$K_a = 0.257$$

$$F_1 = [ (q) \times (H) \times 1.00 \text{ m} ] K_a$$

$$F_1 = [ 9,000 \text{ kg/m}^2 \times 5.30 \times 1.00 ] \times 0.257$$

$$F_1 = 12,277 \text{ Kg}$$

**UBICACIÓN : F 1**

$$F_1 = \frac{H}{2} = \frac{5.30}{2} = 2.65 \text{ m}$$

$$F_2 = (\text{vol}) D \cdot P$$

$$F_2 = \left[ \frac{1}{2} (\gamma H) (H) \times 1.00 \right] K_a$$

$$F_2 = \frac{1}{2} \gamma h^2 \times 1.00 \times K_a$$

$$F_2 = \frac{1}{2} 1,800 \text{ kg/m}^3 \times 5.30^2 \times 1.00 \times 0.257$$

$$F_2 = 6,506.89 \text{ Kg}$$

**UBICACIÓN : F 2**

$$F_2 = \frac{1}{3} H$$

$$F_2 = \frac{1}{3} 5.30 = 1.77 \text{ m}$$

3.- **ESTABILIDAD DEL MURO AL VOLTEO**

$$F_s V = \frac{\sum MF_y}{\sum MF_h} \geq 1.5$$

FUERZAS VERTICALES ESTABILIZADORAS

PESO	W (Kg)	BRAZO (m)	MOMENTO(kg-m)
W 1	25,200	2.60	65,520.00
W2	26,712	2.60	69,451.20
W3	1,908	0.750	1,431.00
W4	3,816	1.050	4,006.80
W5	6,720	2.00	13,440.00
<b>∑ MFf</b>	<b>64,356</b>	<b>∑ MoFy</b>	<b>153,849.00</b>

FUERZAS HORIZONTALES DESESTABILIZADORAS

PESO	W (Kg)	BRAZO (m)	MOMENTO(kg-m)
F 1	12,277	3.350	41,128.46
F 2	6,507	2.47	16,050.33
<b>∑ Fh</b>	<b>18,784</b>	<b>∑ MFh</b>	<b>57,178.79</b>

$$F_s V = \frac{153,849.00 \text{ kg/m}}{57,178.79 \text{ kg/m}} = 2.69 > 1.5$$

**OK CUMPLE**

3.- **ESTABILIDAD DEL MURO POR DESLIZAMIENTO**

$$F_s D = \frac{\psi \sum F_v}{\sum F_h} \geq 1.25 = \frac{f \text{ Empuje}}{f \text{ Rozamiento}}$$

$$\psi = \text{tg } \phi \leq 0.60$$

$$\psi = 36^\circ = 0.732 > 0.60$$

$$\psi = 0.60$$

$$F_s D = \frac{0.60 \cdot 64,356}{18,784.04} = 2.06 > 1.25$$

OK CUMPLE

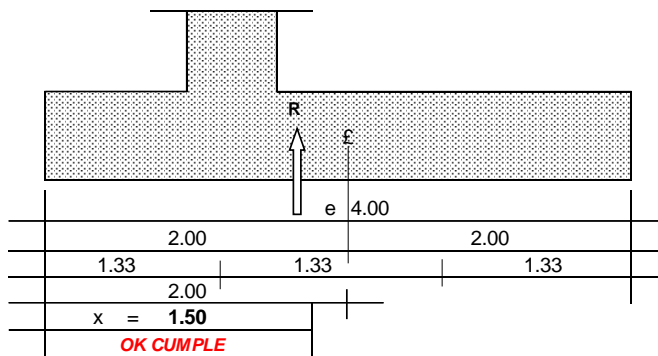
**ESTABILIDAD PARA CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO DE CIMENTACIÓN**

1ro **CALCULO DE LA UBICACIÓN DE LA RESULTANTE:**

$$x = \frac{\sum M_o}{\sum F_y} \quad x = \frac{\sum M_o F_y - \sum M_o F_h}{\sum F_y}$$

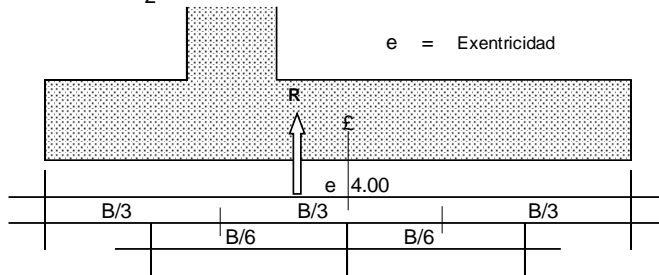
$$x = \frac{153,849.00 - 57,178.79}{64,356}$$

$$x = 1.50$$



2ro EXENTRICIDAD

$$e = \frac{B}{2} - x$$



$$e = \frac{4.00}{2} - 1.50 \quad e = 0.498$$

$$\frac{B}{6} = \frac{4.00}{6} = 0.67 \quad \text{OK CUMPLE}$$

3ro CALCULO DE LA PRESION ACTUANTE

$$q = \frac{\Sigma Fy}{A} \left( 1 \pm \frac{6e}{B} \right)$$

$$q = \frac{64,356}{1.00 \cdot 4.00} \left( 1 \pm \frac{6 \cdot 0.498}{4.00} \right)$$

$$q = 16,089.00 \quad 1 \pm 0.7468253$$

$$q_{\max} = 28,104.67 \quad \text{kg/m}^2 \rightarrow 2.81 \quad \text{PIE}$$

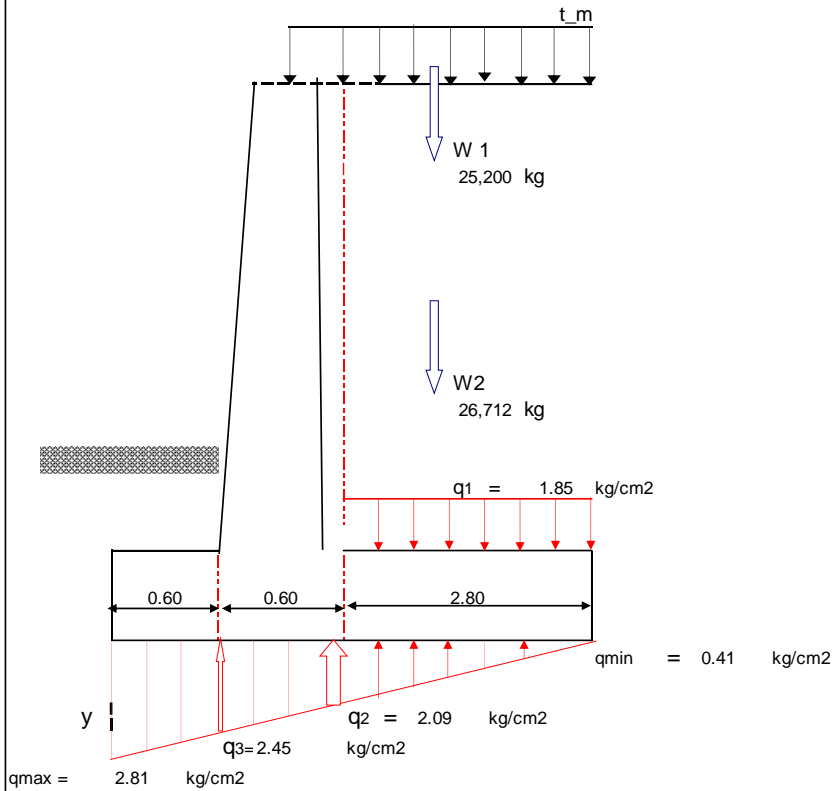
$$q_{\min} = 4,073.33 \quad \text{kg/m}^2 \rightarrow 0.41 \quad \text{TALON}$$

$$q_{\max}, q_{\min} < \sigma_t = \text{NO PASA MEJORAR SUELO}$$

$$2.81 < 0.52$$



### CALCULO DE CARGAS A "X" DISTANCIAS



$$q = \frac{w_1 + w_2}{A \text{ talón}} \quad q = \frac{25,200 + 26,712}{2.80 \times 1.00}$$

$$q = 18,540.00 \text{ kg/m}^2 \rightarrow 1.85 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{2.80}{x} = \frac{4.00}{2.40} \quad x = 1.682 \rightarrow q_2 = 0.41 + x$$

$$q_2 = 0.41 + 1.682$$

$$\mathbf{q_2 = 2.09 \text{ kg/cm}^2}$$

$$\frac{2.80 + 0.60}{y} = \frac{4.00}{2.40} \quad y = 2.043$$

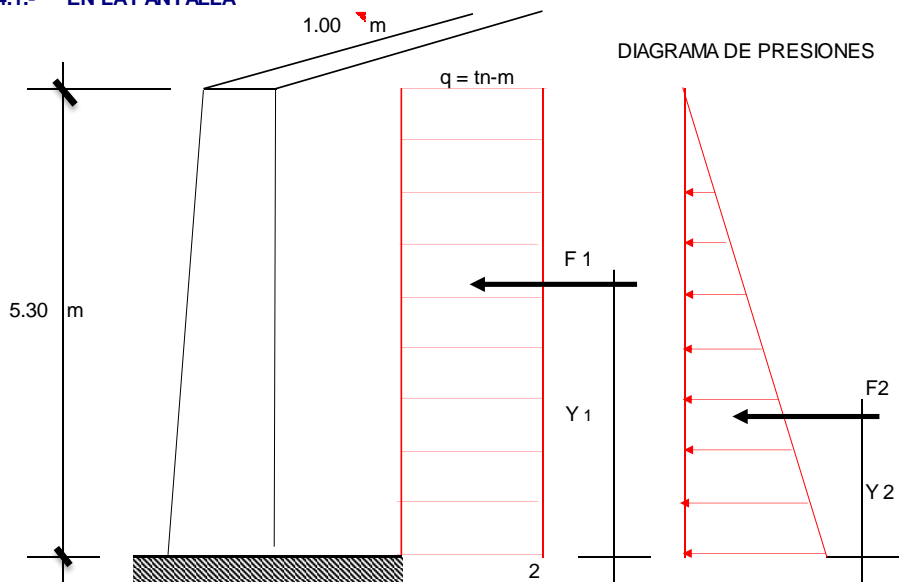
$$q_3 = 0.41 + y$$

$$q_3 = 0.41 + 2.043$$

$$\mathbf{q_3 = 2.45 \text{ kg/cm}^2}$$

4.- **CALCULO DE LOS MOMENTOS FLECTORES Y FUERZAS CORTANTES**

4.1.- **EN LA PANTALLA**



a) **MOMENTO FLECTOR**

En

$$F1 = (q \cdot h \cdot 1.00 \text{ m}) \cdot ka$$

$$F1 = (9000 \text{ kg/m}^2 \times 5.30 \text{ m} \times 1.00 \text{ m}) \cdot 0.257$$

$$F1 = 12,277.15 \text{ kg.}$$

$$y1 = \frac{h}{2} = \frac{5.30}{2} = 2.65$$

$$y1 = 2.65 \text{ m}$$

En

$$F2 = \frac{1}{2} (\gamma \cdot h^2 \cdot 1.00 \text{ m}) \cdot Ka$$

$$F2 = \frac{1}{2} \cdot 1,800 \cdot 5.30^2 \cdot 1.00 \cdot 0.257 = 6,506.89 \text{ kg}$$

$$F2 = 6.51 \text{ tn-m}$$

$$y2 = \frac{1}{3} h \quad y2 = \frac{1}{3} \cdot 5.30$$

$$y2 = 1.77 \text{ m}$$

### MOMENTO ULTIMO

$$- M_{max} = (F_1 Y_1) + (F_2 Y_2)$$

$$- M_{max} = ( 12,277.15 \times 2.65 ) + ( 6,506.89 \times 1.77 )$$

$$M_{max} = -44,029.96 \text{ kg-m}$$

### b) FUERZA CORTANTE

\* FUERZA CORTANTE ACTUANTE

$$V = F_1 + F_2$$

$$V = 12,277.15 + 6,506.89$$

$$V = 18,784.04 \text{ kg}$$

\* ESFUERZO CORTANTE ( $\mu$ )

$$\mu = \frac{V}{b \cdot d} \quad \left| \begin{array}{l} V = 18,784.04 \\ b = 1.00 \\ d = 0.525 \end{array} \right.$$

$$\mu = \frac{18,784.04}{100 \cdot 53} = 3.58$$

$$\mu = 3.58 \text{ kg/cm}^2$$

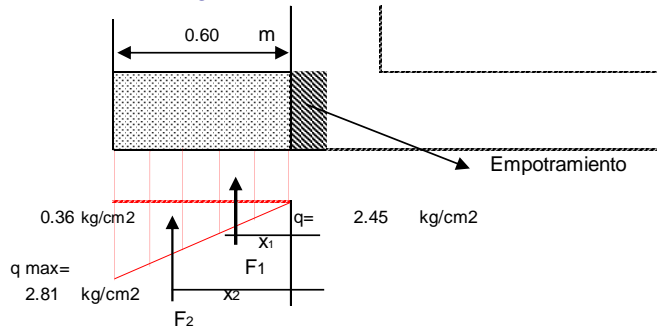
\* ESFUERZO CORTANTE RESISTENTE DEL CONCRETO ( $\mu_c$ )

$$\mu_c = 0.53 \sqrt{f'c}$$

$$\mu_c = 0.85 \times 0.53 \sqrt{210} = 6.53 \text{ kg/cm}^2$$

$$\mu_c = 6.53 \text{ kg/cm}^2 > 3.58 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK CUMPLE}$$

#### 4.2.- EN LA PUNTA



##### a) MOMENTO FLECTOR

$$\text{En: } F1 = 2.45 \times 60.00 \times 100$$

$$F1 = 14,700 \text{ Kg}$$

$$X1 = \frac{0.60}{2} = 0.30 \text{ m}$$

En

$$F2 = \frac{1}{2} \times 60 \times 0.36 \times 100 = 1081.41 \text{ Kg}$$

$$F2 = 1081.41 \text{ kg}$$

$$X2 = \frac{2}{3} \times 0.60$$

$$X2 = 0.40 \text{ m}$$

##### MOMENTO MAXIMO

$$- M_{\text{máx}} = (F1 \cdot X1) + (F2 \cdot X2)$$

$$- M_{\text{máx}} = (14,700 \times 0.30) + (1081.41 \times 0.40)$$

$$M_{\text{máx}} = -4,842.56 \text{ kg-m}$$

##### FUERZA CORTANTE ACTUANTE (v)

$$V = F1 + F2$$

$$V = 14,700 + 1081.41$$

$$V = 15,781.39 \text{ kg}$$

ESFUERZO CORTANTE ( $\mu$ )

$$\mu = \frac{V}{b \cdot d}$$

$$\mu = \frac{15,781.39}{60 \cdot 53}$$

$$\mu = 5.01 \text{ kg/cm}^2$$

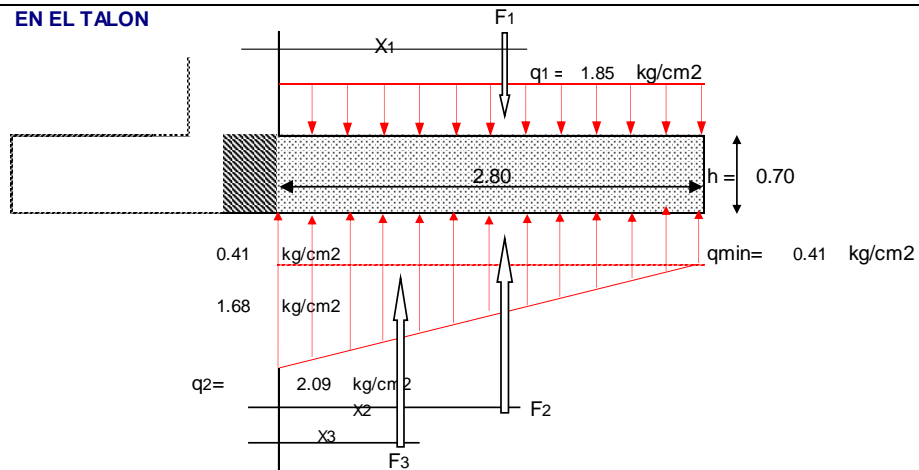
ESFUERZO CORTANTE RESISTENTE DEL CONCRETO ( $V_c$ )

$$V_c = \phi \cdot 0.53 \cdot \sqrt{f'c}$$

$$V_c = 0.85 \cdot 0.53 \cdot 14.49$$

$$V_c = 6.53 \text{ kg/cm}^2 > \mu_{act} \cdot 5.01 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK CUMPLE}$$

4.3.- EN EL TALON



$$* F1 = 1.85 \text{ kg/cm}^2 \cdot 280 \text{ cm} \cdot 100 \text{ cm}$$

$$F1 = 51,912.00 \text{ kg}$$

$$X1 = \frac{2.80}{2}$$

$$X1 = 1.40 \text{ m}$$

$$* F2 = 0.41 \text{ kg/cm}^2 \cdot 280 \text{ cm} \cdot 100 \text{ cm}$$

$$F2 = 11,405.32 \text{ kg}$$

$$X2 = \frac{2.80}{2}$$

$$X2 = 1.40 \text{ m}$$

$$* F3 = \frac{1}{2} \cdot 1.68 \text{ kg/cm}^2 \cdot 280 \text{ cm} \cdot 100 \text{ cm}$$

$$F3 = 23,550.72 \text{ kg}$$

$$X3 = \frac{1}{3} \cdot 2.80 \text{ m}$$

$$X3 = 0.93 \text{ m}$$

**a. MOMENTO FLECTOR**

$$- M = (F2 \cdot X2) + (F3 \cdot X3) - (F1 \cdot X1)$$

$$- M = (11,405.32 \times 1.40) + (23,550.72 \times 0.93) - (51,912 \times 1.40)$$

$$M = 34,728.7 \text{ kg/cm}^2$$

**b. FUERZA CORTANTE**

$$V = F1 - F2 - F3$$

$$V = 51,912.00 - 11,405.32 - 23,550.72$$

$$V = 16,955.96 \text{ kg/cm}^2$$

**c. ESFUERZO CORTANTE ACTUANTE ( $\mu$ )**

$$\mu = \frac{V}{b \cdot d} \quad \mu = \frac{16,955.96}{100 \cdot 53}$$

$$\mu = 3.23 \text{ kg/cm}^2$$

**d. ESFUERZO CORTANTE RESISTENTE DEL CONCRETO ( $V_c$ )**

$$V_c = \emptyset \cdot 0.53 \cdot \sqrt{f'c}$$

$$V_c = 0.85 \cdot 0.53 \cdot 14.49$$

$$V_c = 6.53 \text{ kg/cm}^2 > \mu \text{ act } 3.23 \text{ kg/cm}^2 \text{ OK CUMPLE}$$

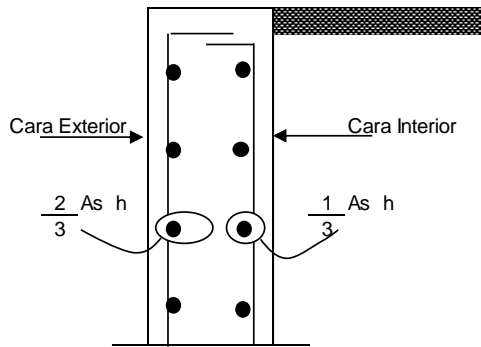
5.- **DISEÑO DEL ACERO.**

a- Acero Mínimo Vertical en muros:

- Para  $\varnothing \leq 5/8"$   $As_{min} \text{ (Vertical)} = 0.0012 b h$
- Para  $\varnothing > 5/8"$   $As_{min} \text{ (Vertical)} = 0.0015 b h$

b- Acero Mínimo Horizontal en muros:

- Para  $\varnothing \leq 5/8"$   $As_{min} \text{ (Horizontal)} = 0.0020 b h$
- Para  $\varnothing > 5/8"$   $As_{min} \text{ (Horizontal)} = 0.0025 b h$



Para elementos sometidos a Flexocompresión (Losas, vigas, escaleras, muros)

$$K_u = \frac{M_u}{b d^2}$$

$$A_s = \rho b d$$

5.1 **ACERO EN LAPANTALLA:**

a. Acero Principal Vertical

$$M_u = 1.4$$

$$M_u = 1.4 \cdot -44,029.96 = -61,641.95$$

$$M_u = -61,642 \text{ kg-m}$$

$$K_u = \frac{-61,642 \times 10^2}{100 \cdot 2756} \text{ kg*cm}$$

$$K_u = -22.36 \quad \rho =$$

Para	$f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ $f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$ $K_u = -22.36$ $b = 100 \text{ cm}$ $d = 0.525 \text{ m}$	$\rho =$	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">0.0063</div> 0.0063
------	---	----------	---

Cuantia y acero minimo

$$A_{smin} = 12.68 \text{ cm}^2$$

Cuantia y acero balanceado

$$A_{sb} = 111.56 \text{ cm}^2$$

Cuantia maxima

$$A_{sma} = 83.67 \text{ cm}^2$$

INTERACCIONES

$$A_s = 34.51 \text{ cm}^2 \quad a = 8.121$$

$$A_s = 33.67 \text{ cm}^2 \quad a = 7.921$$

$$A_s = 33.60 \text{ cm}^2 \quad a = 7.905$$

$$A_s = 33.59 \text{ cm}^2 \quad a = 7.904$$

**Acero principal:**

$$A_s = \rho b d \quad A_{smin} = 0.0063 b d = 33.1 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0.0063 \cdot 100 \cdot 52.5 = 33.08$$

$$A_s = 33.08 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 33.08 \Rightarrow 7 \text{ } \emptyset \text{ 1" } = 35.47$$

*OK CUMPLE*

+ - 0.50 CM2

$$S = \frac{5.07}{35.47} \times 100$$

$$S = 14.29 \text{ Asumido } \Rightarrow 0.15 \text{ m}$$

$$\Rightarrow \text{USAR } 7 \text{ } \emptyset \text{ de } 1 \text{ @ } 0.15 \text{ m}$$



**b) Acero mínimo Vertical**

$$A_{smin} \text{ (vertical)} = 0.0012 \cdot 100 \cdot 53$$

$$A_{smin} = 6.3 \text{ cm}^2$$

As princ	35.47	>	As min	6.3	OK CUMPLE
----------	-------	---	--------	-----	-----------

**5.2 ACERO SECUNDARIO PRINCIPAL:**

**a) Acero Vertical en la cara exterior:**

$$A_{smin} \text{ (vertical)} = 0.0012 \cdot 100 \cdot 53$$

$$A_{smin} = 6.30 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 6.30 \text{ cm}^2$$

As =	6.30	⇒	5	∅	1/2"	▼	=	6.33	OK CUMPLE
------	------	---	---	---	------	---	---	------	-----------

$$S = \frac{1.27}{6.33} \times 100$$

$$S = 20.00 \text{ Asumido } \Rightarrow 0.20 \text{ m}$$

⇒	USAR	5	∅	de	1/2	@	0.20	ml
---	------	---	---	----	-----	---	------	----

## 5.2 ACERO SECUNDARIO PRINCIPAL:

Asumimos un  $\emptyset \leq 5/8"$

$$As_{min} = 0.0020 \quad b \quad d$$

1) Arriba: (h = 30.00 ) cm

$$As_{min} = 0.0020 \quad 100 \quad 30.00 = 6$$

$$As_{min} = 6.00 \quad cm^2$$

a) Cara Interior

$$\frac{1}{3} As_h = \frac{1}{3} 6.00 = 2.00 \quad cm^2/m$$

$$As = 2.00 \quad cm^2$$

$$As = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|} \hline 6.00 & \Rightarrow & 9 & \emptyset & 3/8" & \nabla & = & 6.41 \\ \hline & & \updownarrow & & & & & \text{OK CUMPLE} \\ \hline \end{array}$$

$$S = \frac{0.71}{6.41} \times 100$$

$$S = 11.11 \quad \text{Asumido} \Rightarrow \boxed{0.12} \text{ m}$$

$$\Rightarrow \boxed{\text{USAR}} \quad \boxed{9} \quad \boxed{\emptyset} \quad \boxed{\text{de}} \quad \boxed{3/8} \quad \boxed{@} \quad \boxed{0.12} \quad \boxed{\text{m}}$$

b) Cara Exterior:

$$\frac{2}{3} As_h = \frac{2}{3} 6 = 4.00 \quad cm^2/m$$

$$As = 4.00 \quad cm^2$$

$$As = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|} \hline 4.00 & \Rightarrow & 6 & \emptyset & 3/8" & \nabla & = & 4.28 \\ \hline & & \updownarrow & & & & & \text{OK CUMPLE} \\ \hline \end{array}$$

$$S = \frac{0.71}{4.28} \times 100$$

$$S = 16.67 \quad \text{Asumido} \Rightarrow \boxed{0.17} \text{ m}$$

$$\Rightarrow \boxed{\text{USAR}} \quad \boxed{6} \quad \boxed{\emptyset} \quad \boxed{\text{de}} \quad \boxed{3/8} \quad \boxed{@} \quad \boxed{0.17} \quad \boxed{\text{m}}$$

2) Cara Intermedia  $(h = \frac{60 + 30}{2}) = 45$  cm

As min (Horizontal) =  $0.0020 \cdot 100 \cdot 45 = 9.00$  cm<sup>2</sup>

a) Cara Interior:

$\frac{1}{3}$  Ash =  $\frac{1}{3} \cdot 9.00 = 3.00$  cm<sup>2</sup>/m

As = 3.00 cm<sup>2</sup>

As =  $\frac{9.00}{5 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8"} = 9.90$  OK CUMPLE

S =  $\frac{1.98}{9.90} \cdot 100$

S = 20.00 Asumido  $\Rightarrow$  0.20 m

$\Rightarrow$  USAR 5  $\emptyset$  de 5/8 @ 0.20 m

b) Cara Exterior:

$\frac{2}{3}$  Ash =  $\frac{2}{3} \cdot 9.00 = 6.00$  cm<sup>2</sup>/m

As = 6.00 cm<sup>2</sup>

As =  $\frac{6.00}{5 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2"} = 6.33$  OK CUMPLE

S =  $\frac{1.27}{6.33} \cdot 100$

S = 20.00 Asumido  $\Rightarrow$  0.20 m

$\Rightarrow$  USAR 5  $\emptyset$  de 1/2 @ 0.20 m

3) Cara Inferior (abajo)  $(h = 0.60$  m)

As min (Horizontal) =  $0.0020 \cdot 100 \cdot 60.00 = 12.00$

a) Cara Interior:

$\frac{1}{3}$  Ash =  $\frac{1}{3} \cdot 12.00 = 4.00$  cm<sup>2</sup>/m

As = 4.00 cm<sup>2</sup>

As =  $\frac{4.00}{4 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2"} = 5.07$  OK CUMPLE

S =  $\frac{1.27}{5.07} \cdot 100$

$$S = 12.50 \quad \text{Asumido} \Rightarrow \boxed{0.13} \text{ m}$$

$$\Rightarrow \boxed{\text{USAR}} \quad \boxed{4} \quad \boxed{\emptyset} \text{ de } \boxed{1/2} \quad \boxed{@} \quad \boxed{0.13} \quad \boxed{\text{m}}$$

b) Cara Exterior:

$$\frac{2}{3} \text{ Ash} = \frac{2}{3} 12.0 = 8.00 \quad \text{cm}^2/\text{m}$$

$$\text{As} = 8.00 \quad \text{cm}^2$$

$$\text{As} = \boxed{8.00} \Rightarrow \boxed{7} \quad \boxed{\emptyset} \quad \boxed{1/2"} \quad \boxed{=} \quad \boxed{8.87} \quad \text{OK CUMPLE}$$

$$S = \frac{1.27}{8.87} \times 100$$

$$S = 14.29 \quad \text{Asumido} \Rightarrow \boxed{0.15} \text{ m}$$

$$\Rightarrow \boxed{\text{USAR}} \quad \boxed{7} \quad \boxed{\emptyset} \text{ de } \boxed{1/2} \quad \boxed{@} \quad \boxed{0.15} \quad \boxed{\text{m}}$$

## Resumen

### Acero Horizontal

1) Ariba	= (As mín Horizontal)	=	6.00	cm <sup>2</sup>	
	Cara Interior	=	$\emptyset$	3/8 @ 0.12	m
	Cara exterior	=	$\emptyset$	3/8 @ 0.17	m
2) Intermd	= (As mín Horizontal)	=	9.00	cm <sup>2</sup>	
	Cara Interior	=	$\emptyset$	5/8 @ 0.20	m
	Cara exterior	=	$\emptyset$	1/2 @ 0.20	m
3) Inferior	= (As mín Horizontal)	=	12.00	cm <sup>2</sup>	
	Cara Interior	=	$\emptyset$	1/2 @ 0.13	m
	Cara exterior	=	$\emptyset$	1/2 @ 0.15	m

Para cara Interior

C.I 4 Ø 1/2 @ 0.13 , 5 Ø 5/8 @ 0.20 Rto Ø 5/8 @ 0.12

Para Exterior:

C.E 7 Ø 1/2 @ 0.15 , 5 Ø 1/2 @ 0.20 Rto Ø 1/2 @ 0.17

Entonces:

$$\begin{array}{l} \text{C.I} = \text{Ø } 5/8 @ 0.150 \approx \boxed{0.15} \\ \text{C.E} = \text{Ø } 1/2 @ 0.173 \approx \boxed{0.18} \end{array}$$

SI UNIFORMAMOS EL ACERO 0.150 a 0.173 = 0.162 ≈ **0.17**

tenemos:	Ø	5/8	@	0.17	m
	Ø	1/2	@	0.17	m

## 5 DISEÑO DE LA ZAPATA

### a) MOMENTO ULTIMO

$$Mu = 1.4 \times -4,842.56 \text{ kg-m} = -6,779.58 \text{ kg/m}$$

$$b = 1.00 \text{ mt}$$

$$d = h_z - \frac{(r + \text{Ø vlla})}{2}$$

$$d = 70 - 7.5 + \frac{1.905}{2}$$

$$d = 61.55$$

$$Ku = \frac{-6,780}{100} \times \frac{10^2}{3788} \text{ kg/cm}^2$$

$$Ku = -1.79$$

$$\text{Para } \begin{cases} f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2 \\ f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2 \\ K_u = -1.79 \end{cases} \Rightarrow \rho = \boxed{0.0005}$$

**Acero principal:**

$$As = \rho b d$$

$$As = 0.0005 \cdot 100 \cdot 62 = 3.08$$

$$As = 3.08 \text{ cm}^2$$

$$As = \boxed{14.16} \Rightarrow \boxed{5} \text{ } \emptyset \text{ } \boxed{3/4"} = \boxed{14.25}$$

**OK CUMPLE**

+ - 0.50 CM2

$$S = \frac{2.85}{14.25} \times 100$$

$$S = 20.00 \text{ Asumido } \Rightarrow \boxed{0.20} \text{ m}$$

$$\Rightarrow \boxed{\text{USAR } 5 \text{ } \emptyset \text{ de } 3/4 \text{ @ } 0.20 \text{ m}}$$

**Acero mínimo:**

$$As_{\min} = 0.0018 \cdot 100 \cdot 61.55 = 11.08$$

$$\boxed{11.08} < \boxed{14.25} \text{ OK CUMPLE}$$

**ZAPATA POSTERIOR**

$$Mu = 1.4 \times 34,729 \text{ kg-m} = 48,620.16 \text{ kg-m}$$

$$b = 1.00 \text{ mt}$$

$$d = 61.55$$

$$Ku = \frac{48,620 \times 10^2 \text{ kg/cm}^2}{100 \cdot 3788}$$

$$Ku = 12.83$$

Para  $\left\{ \begin{array}{l} f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2 \\ f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2 \\ Ku = 12.83 \end{array} \right. \Rightarrow \rho = \boxed{0.0035}$

**Acero principal:**

$$As = \rho b d$$

$$As = 0.0035 \cdot 100 \cdot 62 = 21.54$$

$$As = 21.54 \text{ cm}^2$$

$$As = \boxed{21.54} \Rightarrow \boxed{5} \text{ } \emptyset \text{ } \boxed{1"} = \boxed{25.34}$$

**OK CUMPLE**

$$S = \frac{5.07}{25.34} \times 100$$

$$S = 20.00 \text{ Asumido } \Rightarrow \boxed{0.20} \text{ m}$$

$$\Rightarrow \boxed{\text{USAR } 5 \text{ } \emptyset \text{ de } 1 \text{ @ } 0.20 \text{ m}}$$

**ACERO TRANSVERSAL (PARA PUNTA Y TALON)**

$$A_{temp} = 0.0018 \quad b \quad t \quad \text{N.T.P} \quad t = h_z = 0.70$$

$$A_{temp} = 0.0018 \quad 100 \quad 70 = 12.60 \quad \text{cm}^2$$

$$A_s = 12.60 \quad \text{cm}^2$$

$$A_s = \boxed{12.60} \Rightarrow \boxed{7} \quad \emptyset \quad \boxed{5/8"} = \boxed{13.86} \quad \text{OK CUMPLE}$$

$$S = \frac{1.98}{13.86} \times 100$$

$$S = 14.29 \quad \text{Asumido} \Rightarrow \boxed{0.15} \text{ m}$$

$\Rightarrow$  **USAR 7  $\emptyset$  de 5/8 @ 0.15 ml**

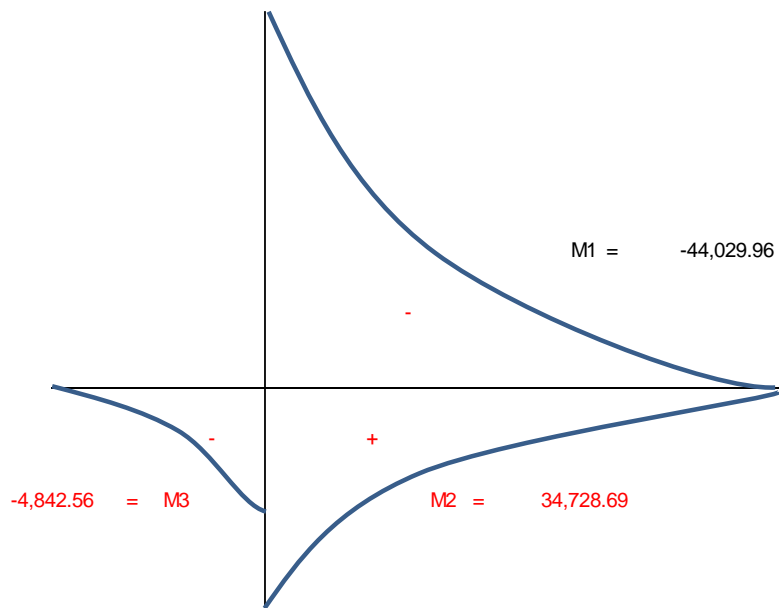
**PARA ACERO DE TEMPERATURA, NO DEBE DE EXCEDER:**

$$S \leq \begin{cases} 0.5 & t = 0.5 \quad 70 = 35 \\ 45 & \text{cm} \end{cases}$$

SE TOMA EL MENOR:

$$A_{temp} = \emptyset \quad 1/2 \quad @ \quad 0.35 \quad \text{m}$$

**DIAGRAMA DE MOMENTOS**

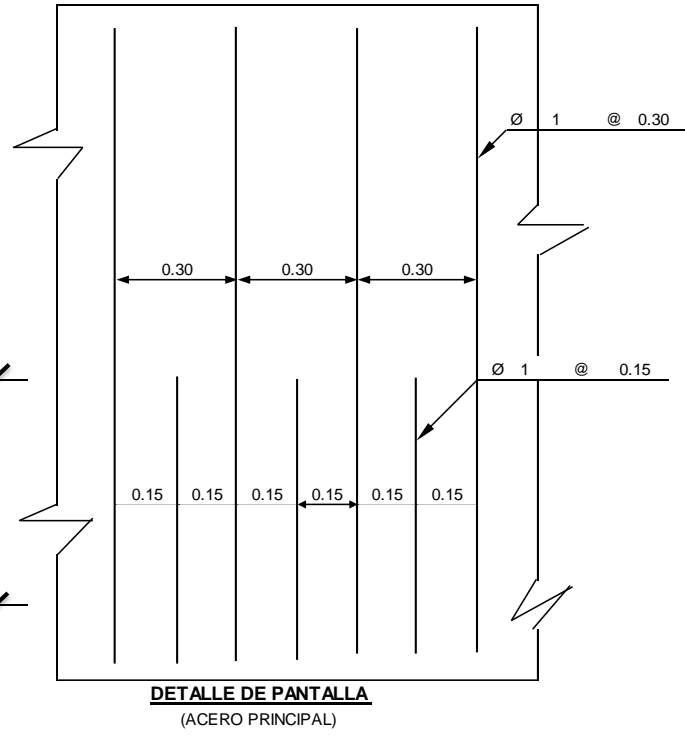
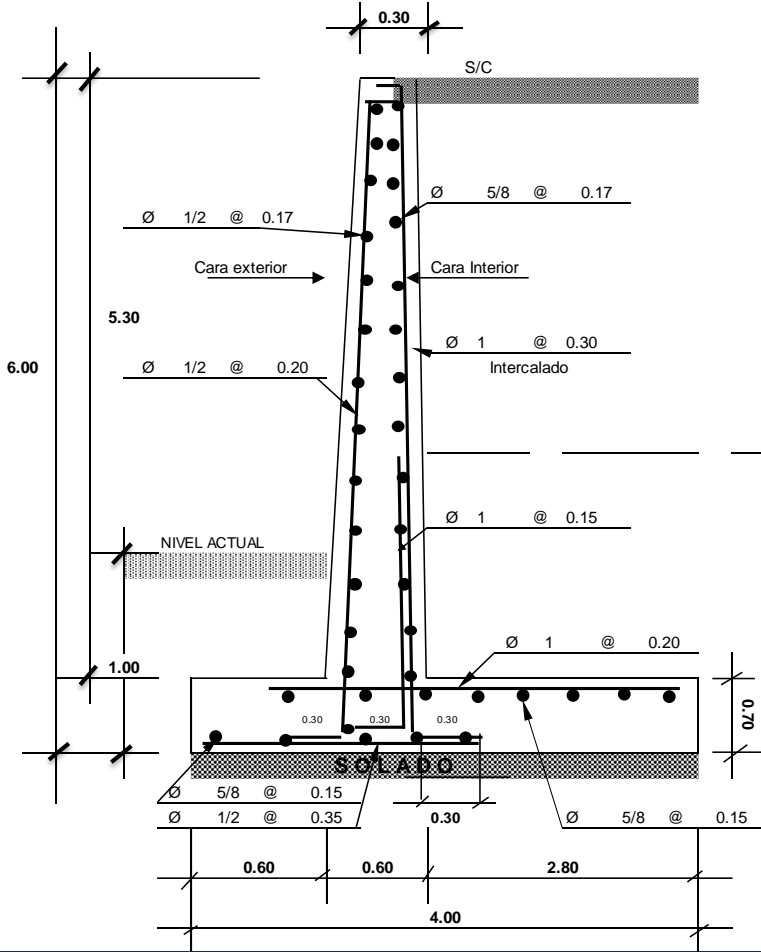


**RESUMEN GENERAL DEL ACERO**

<b>1.- PANTALLA:</b>						
	* ACERO VERTICAL					
	- Cara Interior	=	Ø 1	@	0.30 m	Intercalado ó
		=	Ø 1	@	0.15 m	a una (h) de 2.40
	- Cara Exterior	=	Ø 1/2	@	0.20 m	
	* ACERO HORIZONTAL					
	- Cara Interior	=	Ø 5/8	@	0.17 m	
	- Cara Exterior	=	Ø 1/2	@	0.17 m	
<b>2.- ZAPATA ANTERIOR (PUNTA)</b>						
	* ACERO PRINCIPAL	=	Ø 5/8	@	0.15 m	
	* ACERO TRANSVERSAL	=	Ø 1/2	@	0.35 m	
<b>3.- ZAPATA POSTERIOR (TALON)</b>						
	* ACERO PRINCIPAL	=	Ø 1	@	0.20 m	
	* ACERO TRANSVERSAL	=	Ø 5/8	@	0.15 m	



**DISEÑO DE MURO DE CONTENCION EN VOLADIZO**



**Antecedentes del proyecto:**

En el proyecto de inversión pública denominado “MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL II-2 CESAR GARAYAR GARCIA, DISTRITO DE IQUITOS, PROVINCIA DE MAYNAS, DPTO. LORETO”; El Consorcio Salud Loreto ha requerido los servicios de un ingeniero civil especialista en ingeniería geotécnica, con la finalidad de asesorar de acuerdo a su competencia el desarrollo de un método seguro y eficiente de estabilización de taludes que garantice continuar los trabajos en la zona de excavación CBP01.

**Alcance del estudio de factibilidad:**

Con el presente análisis se busca encontrar resultados que nos permitan conocer si el proyecto que se piensa emprender pueda dar resultados favorables o desfavorables, también nos ayudara a establecer los tipos de estrategias que nos puedan ayudar a alcanzar el éxito.

Es decir, en pocas palabras este estudio de factibilidad nos permitirá conocer si el proyecto se puede hacer o no se puede hacer, cuáles son las condiciones ideales para realizarlo y cómo podría solucionar las dificultades que se puedan presentar.

### **Factibilidad Técnica:**

En este aspecto, por las visitas de campo realizadas y contrastadas mediante ensayos de campo y laboratorio, se concluye que en un alto porcentaje los suelos que conforman los taludes en la ciudad de Iquitos tienen características geotécnicas totalmente diferentes a las de suelos de la costa o de otras partes del Perú (Suelos tropicales), lo que nos permite recomendar la aplicación de este método de aplicación tecnológica ya que encamina sus procesos y método a la estabilización de taludes, considerando el comportamiento susceptible de los suelos en mención. Alcanzando una factibilidad constructiva de bajo costo en comparación a otros métodos de estabilización que habría que ejecutarse en caso de producirse desestabilizaciones de gran magnitud.

Además, el modelo propuesto contempla en su aplicación recursos de fácil acceso en la zona (pilotes de acero estructural, mallas metálicas) y no demanda capacitaciones adicionales ya que sus procesos siguen los métodos constructivos convencionales pero encaminados correctamente para su correcta aplicación.

### **Factibilidad Económica:**

En cuanto a este punto se realizó un análisis exhaustivo de la relación costo beneficio del proyecto. Donde se evaluaron dos métodos: El modelo de aplicación tecnológica que contempla el uso de pilotes de acero estructural y mallas metálicas, quien en adelante de lo denominará modelo, y el método convencional de contención de masas de suelo u otros materiales, que naturalmente no pueden conservar su estado de reposo (muros de contención), quien en adelante se le denominara método convencional.

El análisis contempló la evaluación a escala de presupuesto por metro lineal, de ambos métodos el convencional y el modelo, mismos que fueron diseñados bajo las mismas condiciones buscando dar solución al problema de desestabilización de taludes planteado inicialmente en esta pesquisa.

El siguiente cuadro resume los presupuestos calculados para cada modelo:

<i>Influencia de un metro lineal</i>			<i>Influencia de dos metros lineales</i>		
<i>Método convencional</i>			<i>Modelo propuesto</i>		
<i>Descripción</i>	<i>Und.</i>	<i>Parcial S/.</i>	<i>Descripción</i>	<i>Und.</i>	<i>Parcial S/.</i>
<i>Trabajos preliminares</i>	m2	9.96	<i>Trabajos preliminares</i>	m2	9.96
<i>Movimiento de tierra</i>	m3	3,055.40	<i>Movimiento de tierra</i>	m3	2,022.14
<i>Mortero simple</i>	m2	20.36	<i>Mortero simple</i>	m2	672.16
<i>Mortero Armado</i>	m3	6,808.66	<i>Pilotes de acero estructural</i>	und	4,202.26
			<i>Malla metálica</i>	m2	220.40
<b>Costo Directo</b>		9,892.27	<b>Costo Directo</b>		7,126.90

*Equivalencia a un metro lineal para cada método*

<i>Método convencional</i>			<i>Modelo propuesto</i>		
<i>Descripción</i>	<i>Und.</i>	<i>Parcial S/.</i>	<i>Descripción</i>	<i>Und.</i>	<i>Parcial S/.</i>
<i>Trabajos preliminares</i>	m2	9.96	<i>Trabajos preliminares</i>	m2	4.98
<i>Movimiento de tierra</i>	m3	3,055.40	<i>Movimiento de tierra</i>	m3	1,011.07
<i>Mortero simple</i>	m2	20.36	<i>Mortero simple</i>	m2	336.08
<i>Mortero Armado</i>	m3	6,808.66	<i>Pilotes de acero estructural</i>	und	2,101.13
			<i>Malla metálica</i>	m2	110.20
<b>Costo Directo</b>		9,892.27	<b>Costo Directo</b>		3,563.45

*Tabla 5 Cuadro comparativo de presupuestos.*

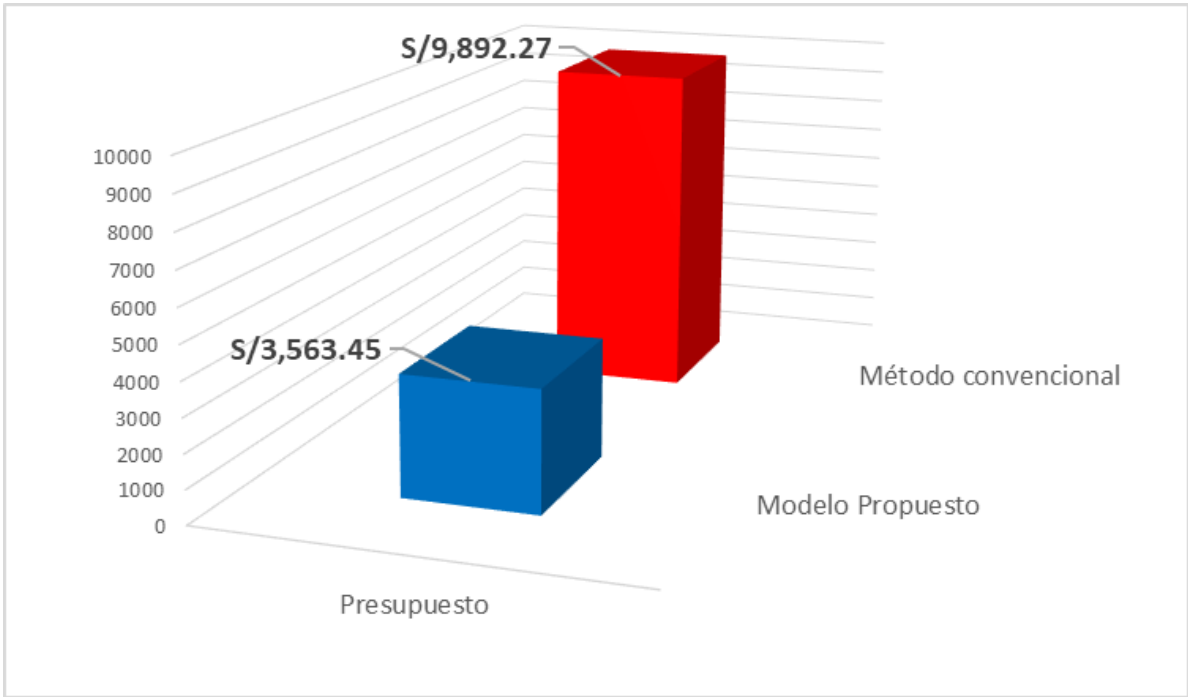


Diagrama 26 Diagrama de barras comparativo de los presupuestos entre el método convencional y el modelo propuesto.

Según los resultados obtenidos tenemos una rentabilidad de 63.97% utilizando el modelo propuesto en el proyecto. Este porcentaje de rentabilidad supera las otras alternativas convencionales por lo que desde una perspectiva de rentabilidad el proyecto es factible.

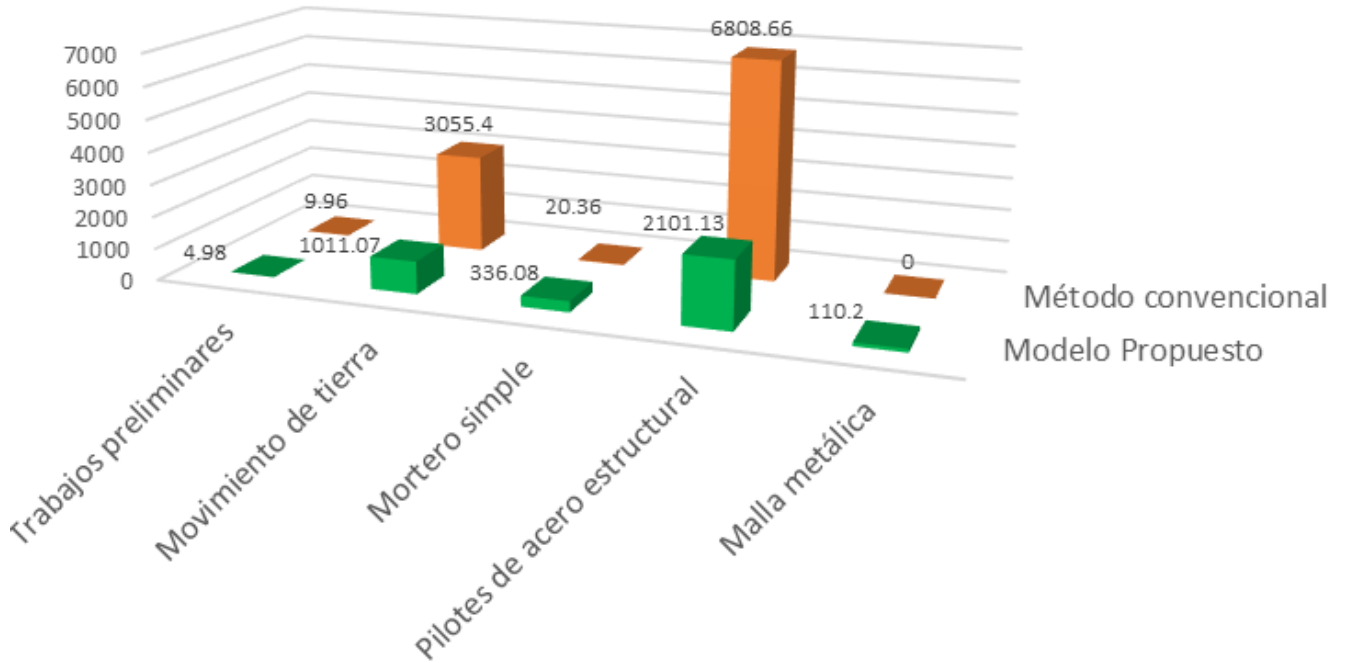


Diagrama 27 Diagrama de barras comparativo de las partidas entre el método convencional y el modelo propuesto.

Se adjuntan los presupuestos completos de ambos métodos para un mejor panorama del análisis realizado:

S10

Página

1

**Presupuesto**

Presupuesto	0103001	CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCION PARA LA ESTABILIZACION DE TALUDES (LONGITUD DE INFLUENCIA DE UN METRO LINEAL)		
Subpresupuesto	001	CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCION PARA LA ESTABILIZACION DE TALUDES		
Cliente	HOSPITAL IQUITOS CESAR GARAYAR GARCIA		Costo al	02/10/2021
Lugar	LORETO - MAYNAS - IQUITOS			

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
<b>01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>9.96</b>
01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	4.00	0.55	2.20
01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	4.00	1.94	7.76
<b>02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>3,055.40</b>
02.01	EXCAVACION DE ZANJAS PARA MURO DE CONTENCION	m3	32.24	14.37	463.29
02.02	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	25.50	77.65	1,980.08
02.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	0.40	83.57	33.43
02.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE, CON CAMION DE 6 TON	m3	15.77	36.69	578.60
<b>03</b>	<b>MORTERO SIMPLE</b>				<b>20.36</b>
03.01	SOLADO e=0.10 m; MORTERO (Mezcla c:a 1:10) MURO DE CONTENCION	m2	0.40	50.89	20.36
<b>04</b>	<b>MORTERO ARMADO</b>				<b>6,806.55</b>
<b>04.01</b>	<b>MUROS DE CONTENCION</b>				
04.02	CONCRETO MURO DE CONTENCION $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup>	m3	5.19	516.45	2,680.38
04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO - MURO DE CONTENCION	m2	15.70	52.38	822.37
04.04	ACERO CORRUGADO $F_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup> - MURO DE CONTENCION	kg	410.41	8.05	3,303.80
	<b>Costo Directo</b>				<b>9,892.27</b>

SON : NUEVE MIL OCHOCIENTOS NOVENTIDOS Y 27/100 NUEVOS SOLES

S10 Gráfico 28 Presupuesto construcción de muro de contención.

Página

1

**Presupuesto**

Presupuesto	0103002	ESTABILIZACION DE TALUDES CON PILOTES DE ACERO ESTRUCTURAL Y MALLAS METALICAS ( LONGITUD DE INFLUENCIA DE 2 METROS LINEALES)		
Subpresupuesto	001	CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCION PARA LA ESTABILIZACION DE TALUDES		
Cliente	HOSPITAL IQUITOS CESAR GARAYAR GARCIA		Costo al	02/10/2021
Lugar	LORETO - MAYNAS - IQUITOS			

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
<b>01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>9.96</b>
01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	4.00	0.55	2.20
01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	4.00	1.94	7.76
<b>02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>2,022.14</b>
02.01	EXCAVACION DE ZANJAS ESCALONADAS PARA PANTALLA DEL TALUD	m3	15.02	14.37	215.84
02.02	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	15.02	83.57	1,255.22
02.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE, CON CAMION DE 6 TON	m3	15.02	36.69	551.08
<b>03</b>	<b>MORTERO SIMPLE</b>				<b>672.15</b>
03.01	MORTERO (Mezcla c:a 1:12) CEMENTO ARENA EN PANTALLA	m2	15.00	44.81	672.15
<b>04</b>	<b>PILOTES DE ACERO ESTRUCTURAL</b>				<b>4,202.25</b>
04.01	SUM. E HINCADO DE PILOTES DE TUBO DE ACERO SCHEDULE-40 DE 4"	und	5.00	840.45	4,202.25
<b>05</b>	<b>MALLA METALICA</b>				<b>220.40</b>
05.01	SUM. Y FORRADO DE MALLA METALICA DE 1/4"	m2	20.00	11.02	220.40
	<b>Costo Directo</b>				<b>7,126.90</b>

SON : SIETE MIL CIENTO VEINTISEIS Y 90/100 NUEVOS SOLES

Gráfico 29 Presupuesto de estabilización de talud con el modelo propuesto.

## Factibilidad de Recursos:

En la siguiente acotación se presentan los tipos y cantidades de recursos que se necesitan para ejecutar cada método, dejando claro que una variación en estos puede resultar en un incremento de los costos para la ejecución del proyecto.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de estos:

Influencia de un metro lineal		Influencia de dos metros lineales	
Método convencional		Modelo propuesto	
Tipo de recurso	Parcial s/.	Tipo de recurso	Parcial s/.
Mano de obra	4,333.95	Mano de obra	2,631.34
Materiales	4,550.26	Materiales	3,570.62
Equipos	1,005.92	Equipos	924.82

### Equivalencia a un metro lineal para cada método

Método convencional		Modelo propuesto		Factibilidad
Tipo de recurso	Parcial s/.	Tipo de recurso	Parcial s/.	% de rentabilidad
Mano de obra	4,333.95	Mano de obra	1,315.67	69.64
Materiales	4,550.26	Materiales	1,785.31	60.76
Equipos	1,005.92	Equipos	462.41	54.03
Rentabilidad promedio en recursos				61.48

Tabla 6 Cuadro comparativo de presupuesto desagregado

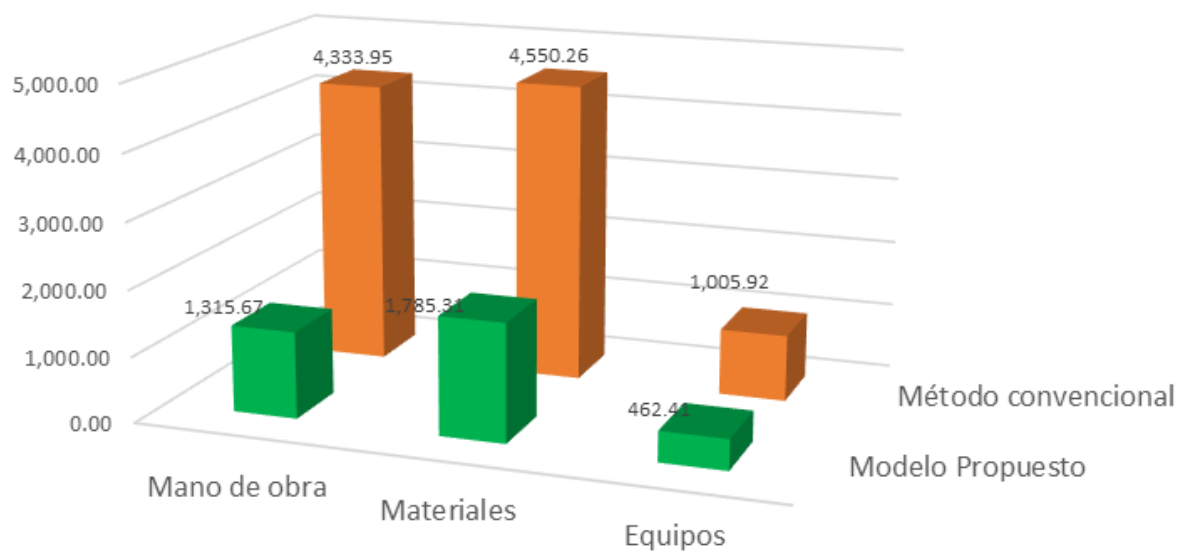


Diagrama 30 Diagrama de barras de los recursos, comparativo entre método convencional y el modelo propuesto.



Como los datos nos muestran existe una factibilidad promedio de 61.48% que se reflejan en rentabilidad del método propuesto en comparación al método convencional analizado, interpretando los resultados podemos apreciar que el recuso de mano de obra es 69.64% más rentable ya que en el modelo no existe la necesidad de involucrar muchas cuadrillas para la ejecución de las partidas, optimizando de esta manera el consumo insuficiente de hh. En cuando al recurso de materiales se aprecia una rentabilidad del 60.76% esto debido a que, al utilizar pilotes de acero estructural en el modelo propuesto, se evita la utilización de mortero armado misma que es una partida principal en el método convencional. Finalmente, en cuanto a los recursos de equipos se aprecia una rentabilidad de 54.03% y esto a que en la ejecución del modelo propuesto no existe la necesidad de emplear maquinas mezcladoras ya que en maquinaria solo se emplea la retroexcavadora para el hincado de pilotes.

Se adjuntan los precios y cantidades de recursos por tipos, de manera completa de ambos métodos para un mejor panorama del análisis realizado:

### Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra	0103001	CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCION PARA LA ESTABILIZACION DE TALUDES (LONGITUD DE INFLUENCIA DE UN METRO LINEAL)
Subpresupuesto	001	CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCION PARA LA ESTABILIZACION DE TALUDES
Fecha	02/10/2021	
Lugar	160101	LORETO - MAYNAS - IQUITOS

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>MANO DE OBRA</b>					
0101010002	CAPATAZ	hh	4.8763	27.56	134.39
0101010003	OPERARIO	hh	33.2753	24.22	805.93
0101010004	OFICIAL	hh	31.4078	19.12	600.52
0101010005	PEON	hh	145.9244	17.28	2,521.57
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	10.3800	26.16	271.54
					4,333.95
<b>MATERIALES</b>					
0201030001	GASOLINA	gal	3.8850	13.95	54.20
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 8	kq	13.7044	4.50	61.67
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg	8.2082	4.50	36.94
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	430.9305	5.60	2,413.21
02041200010009	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2" a 4"	kq	5.4950	4.70	25.83
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3	4.6710	80.00	373.68
0207020001	ARENA	m3	0.0480	40.00	1.92
02070200010002	ARENA GRUESA	m3	2.0760	40.00	83.04
0207050001	TIERRA	m3	0.5200	40.00	20.80
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3	3.0062	3.50	10.52
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	46.9060	25.00	1,172.65
0231010001	MADERA TORNILLO	p2	0.4323	3.20	1.38
0231020002	MADERA CORRIENTE(catahua o similar)	p2	117.7500	2.50	294.38
0290130024	AGUA	m3	0.0107	3.50	0.04
					4,550.26
<b>EQUIPOS</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			38.58
0301100003	COMPACTADORA DE PLANCHA	dia	1.4400	96.00	138.24
0301170001	EXCAVADORA	hm	2.5792	150.00	386.88
03012100030001	WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES	hm	3.4602	15.00	51.90
0301220009	CAMION DE 4m3	vje	1.9713	130.00	256.27
03012900010004	VIBRADOR A GASOLINA	dia	0.4323	12.00	5.19
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	3.4602	12.00	41.52
03012900030002	MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)	hm	0.0640	12.00	0.77
03013300020002	CIZALLA ELECTRICA DE FIERRO	hm	5.4174	8.00	43.34
0301340001	ANDAMIO METALICO	und	0.4323	100.00	43.23
					1,005.92
<b>Total</b>				<b>S/.</b>	<b>9,890.13</b>

Gráfico 31 Lista de insumos de muro de contención para la estabilización de taludes.

### Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

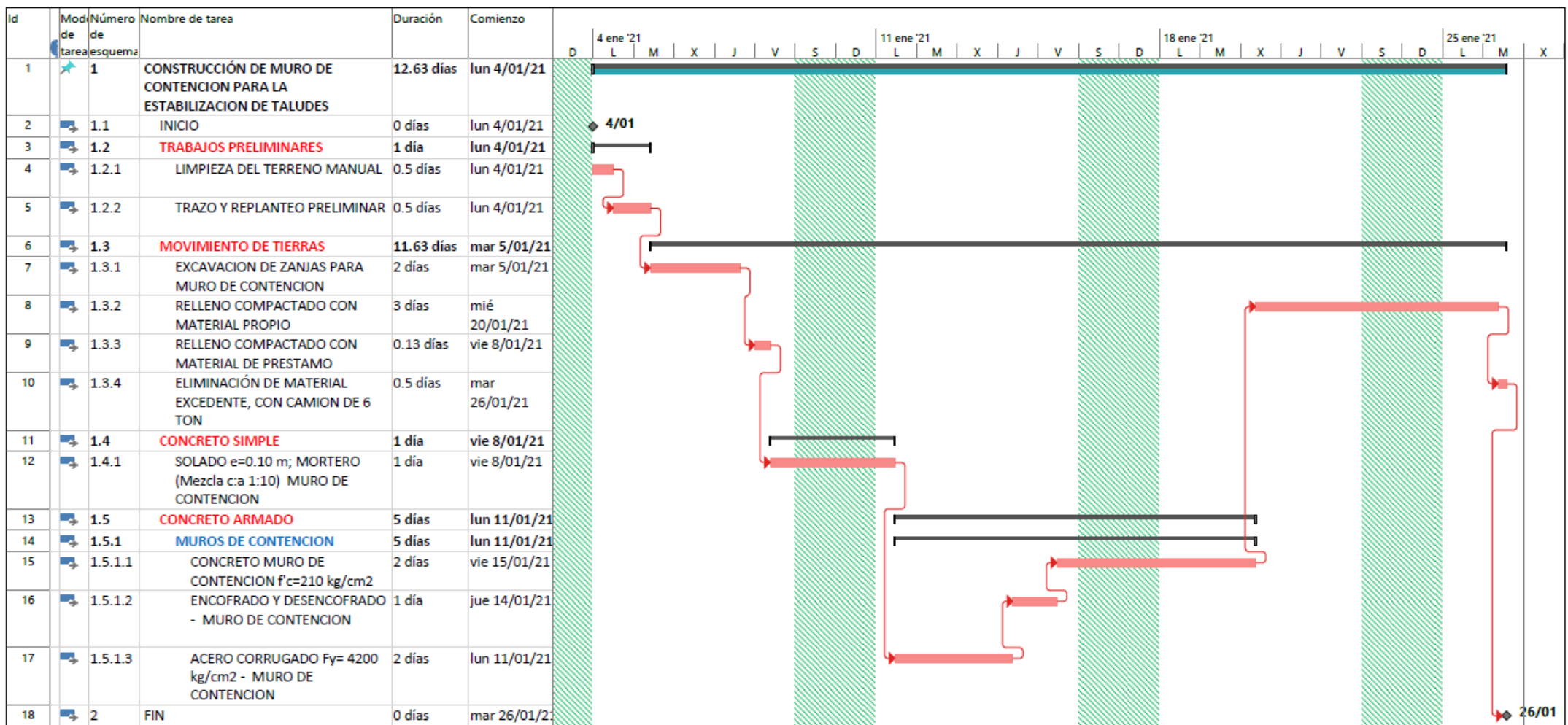
Obra	0103002	ESTABILIZACION DE TALUDES CON PILOTES DE ACERO ESTRUCTURAL Y MALLAS METALICAS ( LONGITUD DE INFLUENCIA DE 2 METROS LINEALES)
Subpresupuesto	001	CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCIÓN PARA LA ESTABILIZACION DE TALUDES
Fecha	02/10/2021	
Lugar	160101	LORETO - MAYNAS - IQUITOS

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>MANO DE OBRA</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	2.4217	27.56	66.74	
0101010003	OPERARIO	hh	36.0914	24.22	874.13	
0101010004	OFICIAL	hh	20.0296	19.12	382.97	
0101010005	PEON	hh	75.6655	17.28	1,307.50	
					2,631.34	
<b>MATERIALES</b>						
0201030001	GASOLINA	gal	2.2530	13.95	31.43	
0207020001	ARENA	m3	0.2400	40.00	9.60	
0207050001	TIERRA	m3	19.5260	40.00	781.04	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3	1.2016	3.50	4.21	
0210030003	MALLA METALICA DE 1/4"	m2	24.0000	8.00	192.00	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	1.7850	25.00	44.63	
0217010002	TUBO DE Tubing Ø 4" e=6mm.	und	5.0000	500.00	2,500.00	
02550800140002	SOLDADURA CELLOCORD 1/8"	kg	0.5000	15.00	7.50	
0290130024	AGUA	m3	0.0600	3.50	0.21	
					3,570.62	
<b>EQUIPOS</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			65.33	
03010600020006	REGLA DE ALUMINIO 2" X 4" X 10"	und	3.7500	80.00	300.00	
0301100003	COMPACTADORA DE PLANCHA	día	0.8351	96.00	80.17	
0301170001	EXCAVADORA	hm	1.2016	150.00	180.24	
0301220009	CAMION DE 4m3	vje	1.8775	130.00	244.08	
03012700010003	MAQUINA DE SOLDAR	hm	5.0000	11.00	55.00	
					924.82	
				<b>Total</b>	<b>S/.</b>	<b>7,126.78</b>

Gráfico 32 Lista de insumos del modelo propuesto para la estabilización de taludes.

### Factibilidad de Tiempo:

Un proyecto muchas veces fracasa si se tarda mucho tiempo en su ejecución ya que el periodo de retorno de la inversión, en caso de proyectos comerciales, tienen que ser el mínimo, por lo tanto, es necesario estimar cuanto tiempo tarda la ejecutar el modelo propuesto y compararlo con el tiempo de ejecución del método convencional. En este análisis se presenta los diagramas Gantt de ambos métodos.



Proyecto: CONSTRUCCIÓN DE Fecha: 04/01/2021	Tarea		Tarea inactiva		Informe de resumen manual		Hito externo		Progreso manual	
	División		Hito inactivo		Resumen manual		Fecha límite			
	Hito		Resumen inactivo		solo el comienzo		Tareas críticas			
	Resumen		Tarea manual		solo fin		División crítica			
	Resumen del proyecto		solo duración		Tareas externas		Progreso			

Id	Mod. de tarea	Número de esquema	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Gantt Chart													
							D	4 ene '21	L	M	X	J	V	S	D	11 ene '21	L	M	X	
1	★	1	ESTABILIZACION DE TALUDES CON PILOTES DE ACERO ESTRUCTURAL Y MALLAS METALICAS	5 días	lun 4/01/21	mar 12/01/21														
2	→	1.1	INICIO	0 días	lun 4/01/21	lun 4/01/21														
3	→	1.2	TRABAJOS PRELIMINARES	0.5 días	lun 4/01/21	lun 4/01/21														
4	→	1.2.1	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	0.25 días	lun 4/01/21	lun 4/01/21														
5	→	1.2.2	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	0.25 días	lun 4/01/21	lun 4/01/21														
6	→	1.3	MOVIMIENTO DE TIERRAS	3.5 días	mié 6/01/21	mar 12/01/21														
7	→	1.3.1	EXCAVACION MASIVA	1 día	mié 6/01/21	jue 7/01/21														
8	→	1.3.2	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE, CON CAMION DE 6 TON	0.5 días	mar 12/01/21	mar 12/01/21														
9	→	1.4	MORTERO SIMPLE	1 día	vie 8/01/21	lun 11/01/21														
10	→	1.4.1	MORTERO (Mezcla c:a 1:12) CEMENTO ARENA EN PANTALLA	1 día	vie 8/01/21	lun 11/01/21														
11	→	1.5	PILOTES DE ACERO ESTRUCTURAL	1 día	lun 4/01/21	mar 5/01/21														
12	→	1.5.1	SUM. E HINCADO DE PILOTES DE TUBO DE ACERO SCHEDULE-40 DE 4"	1 día	lun 4/01/21	mar 5/01/21														
13	→	1.6	MALLA METALICA	1 día	jue 7/01/21	vie 8/01/21														
14	→	1.6.1	SUM. Y FORRADO DE MALLA METALICA DE 1/4"	1 día	jue 7/01/21	vie 8/01/21														
15	→	2	FIN	0 días	mar 12/01/21	mar 12/01/21														

Proyecto: ESTABILIZACION DE T  
Fecha: 04/01/2021

Tarea		Resumen inactivo		Tareas externas	
División		Tarea manual		Hito externo	
Hito		solo duración		Fecha límite	
Resumen		Informe de resumen manual		Tareas críticas	
Resumen del proyecto		Resumen manual		División crítica	
Tarea inactiva		solo el comienzo		Progreso	
Hito inactivo		solo fin		Progreso manual	

De los diagramas podemos apreciar que el modelo propuesto tiene un tiempo de ejecución igual a 5 días mientras que el método convencional tiene un tiempo de ejecución de 13 días, dándonos un ratio de 61.54% lo cual nos deja claro que el modelo propuesto se puede ejecutar en menos de la mitad del tiempo en el que se ejecuta un método convencional.

## 7.5 Metodología.

### 7.5.1 Diagrama de flujo.

En el diagrama de flujo que se muestra a continuación, se presenta la secuencia seguida para la resolución de la hipótesis.

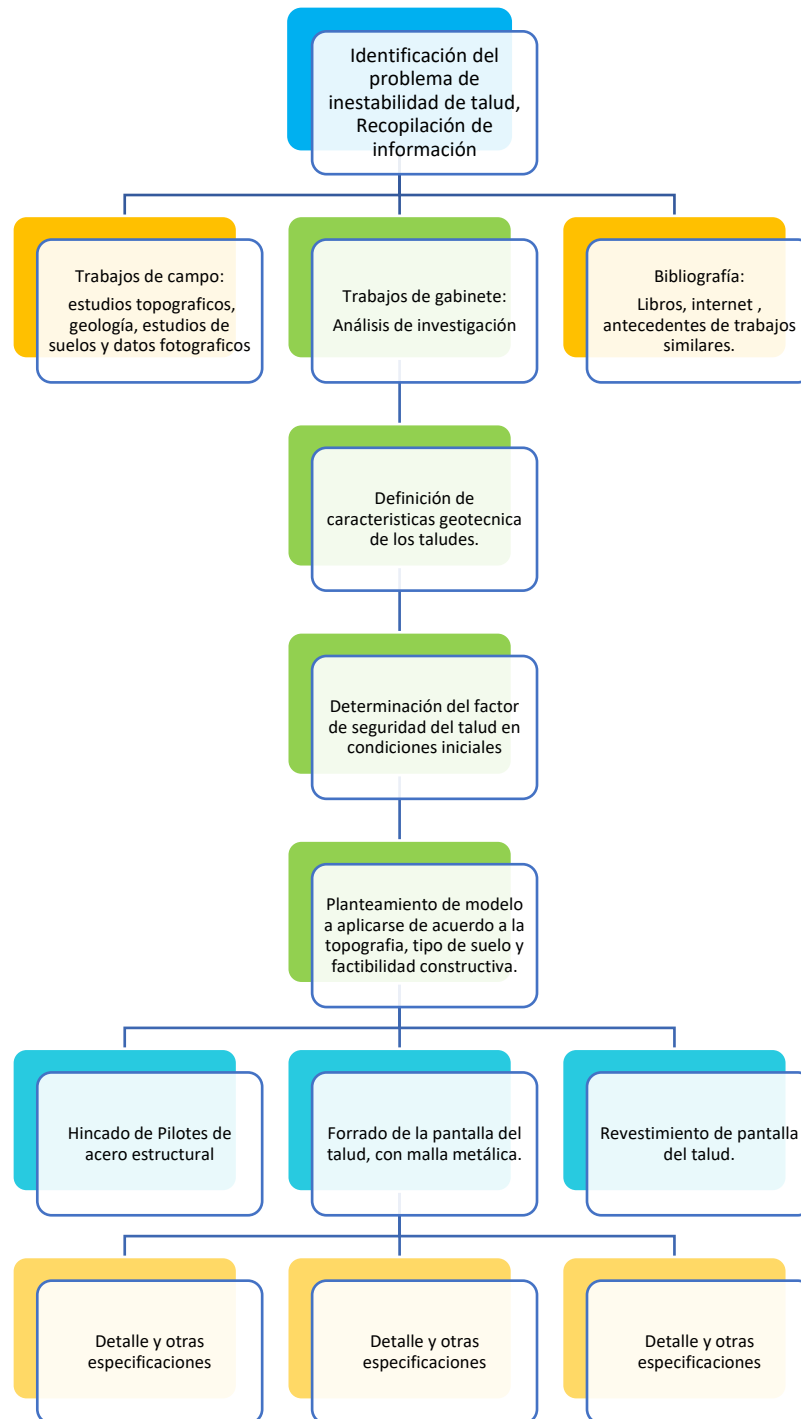


Gráfico 35 Diagrama de flujo para la resolución de la Hipótesis.

## Capítulo 7. Discusión, Conclusiones y Recomendaciones

### Discusión

- El principal aporte de este estudio es de que se puede utilizar un método de cálculo aproximado para determinar el valor del factor de seguridad de un talud, esto nos permite obtener este valor de manera más sencilla.
- Los factores de seguridad obtenidos en esta investigación, empleando el método de las dovelas para infiltración con flujo establecido o también conocido como Bishop simplificado, son relativamente más bajos en comparación a resultados obtenidos si en caso se hubiera empleado otro método de cálculo para la terminación del factor de seguridad, esto se debe a que este método realiza sus fórmulas de manera conservadora.
- Curipoma Viteri en su trabajo de titulación (18, p.45) indica que los métodos de elementos finitos reflejan adecuadamente la estabilidad de los taludes; sin embargo, la selección del método adecuado de cálculo en un análisis de estabilidad debe partir de la comprensión de la hipótesis, capacidades y limitantes. El discernimiento del FS que concuerde con la realidad visualizada en campo queda a juicio del ingeniero especialista.
- En taludes [...] infinitos y círculos profundos, los FS calculados por Bishop simplificado se aproximan a métodos que satisfacen todo el equilibrio estático como Spencer (variación máxima de 0.6%). [...]. (18, p.46)
- Curipoma (2017) Concluye que la dispersión máxima de los FS calculados por métodos de dovelas (6.2 %) se aproxima a resultados de investigaciones actualizadas como Duncan et al. (2014), Lau y Cheng (2008) y Wei et al. (2010).



- En taludes de geometría sencilla con superficies de falla circular los métodos equilibrio límite difieren en máximo 12.4 % del análisis con métodos numéricos, lo cual concuerda con resultados del IGME (1987). (18, p.46)
  
- El análisis de estabilidad con el software Slide, que emplea métodos de equilibrio límite, posibilita al usuario la generación de un mallado automático para la búsqueda de círculos probables de falla. Sin embargo, sus límites deben refinarse en función del reconocimiento visual en campo de indicios de rotura (geometría y tipo de movimiento de masa) en los taludes evaluados. (18, p.46)

La diferencia entre los resultados de los factores de seguridad antes y después de emplear el modelo propuesto, reside en la concentración de los esfuerzos de corte, que en el caso del modelo radica en las zonas donde se hincan los pilotes, mientras que en los taludes en estado natural ocurre en algunas zonas del talud y es considerado como la cohesión del suelo que lo compone.

A demás, en el estudio que se presenta se pueden identificar tres ventajas significativas que son:

- Una factibilidad económica de 63.97% comparando el modelo con un sistema de contención de masas de suelo convencional, lo que se comprueba con el presupuesto mostrado en esta pesquisa.
- Un proceso de estabilización de talud más rápido y eficiente para los suelos tropicales característicos de la región.
- Una fácil accesibilidad de los materiales que se proponen utilizar en el modelo.

## Conclusiones y recomendaciones

### Conclusiones:

- Los resultados para los factores de seguridad obtenidos para todos los posibles planos de falla analizados (mediante el método de las dovelas), son mayores que 1.5. mismos que se detallan en el presente documento.
- La ejecución de los ensayos STP fue importante para poder realizar la correcta determinación de los parámetros del suelo.
- Para el calculo de la estabilidad de un talud, los datos mínimos que se necesitan obtener de las exploraciones de suelo son: La cohesión (c), el peso específico del terreno ( $\gamma$ ) y su estratigrafía.
- El revestimiento de la pantalla del talud con conglomerante cemento arena, funciona como agente protector superficial frente a precipitaciones pluviales.
- Los taludes estabilizados muestran una altura  $H = 5.50$  respecto a la horizontal en el área de desplante.
- Para estimar la resistencia no drenada del suelo se utilizan ensayos como el penetrómetro y la veleta de bolsillo (también pueden ser realizados en campo).
- El proyecto en mención fue aprobado por el área técnica de ejecución del Consorcio Salud Loreto considerándolo apto para su financiamiento por parte del mismo como Adicional de Obra.
- El uso de los pilotes de 4" de acero estructural pueden ser remplazados con pilotes que cumplan funciones representativas o pilotes de otros diámetros siempre y cuando sean mayores al empleado en este documento.

### **Recomendaciones:**

- Se recomienda que todos los estudios básicos realizados deben estar firmados por el profesional responsable en todo su contenido, esto garantizara la veracidad de los mismo.
- El contenido de los procedimientos de estabilidad de taludes en el siguiente texto, en lo que corresponda, pasa a ser parte de las recomendaciones, que deben ser implementados en el desarrollo de la ejecución de obras complementarias.
- Asimismo, se deja indicado, que cualquier variación del diseño, sin consulta previa o asesoramiento de un especialista, no será responsabilidad de los autores.
- Cuando se verifiquen aguas subterráneas, es necesario colocar sub-drenes que ayuden a disminuir la presión interna cuando se forre la pantalla con suelo mejorado.
- Al momento de excavar es necesario concluir los trabajos de forrado pues la infiltración del agua causa que el material de relleno se desprenda de la pantalla.
- Cuando se realice una excavación es necesario haber estabilizado previamente el suelo para evitar derrumbes de grandes bloques de tierra removida.
- Luego de concluir los trabajos de estabilización de suelos, es recomendable verificar los alrededores superiores del talud en busca de grietas para verificar que el agua no produzca estragos en la obra. En caso de encontrarlos, sellar con mortero.

## Referencias Bibliográficas.

1. SAENZ SERPA, Alan Alex. *“Análisis para estabilidad de taludes en roca utilizando mallas galvanizadas ancladas, ciudad nueva fuera Bamba Apurimac.”* Huancayo : Universidad Nacional del Centro del Perú, 2017.
2. QUEA GUTIERREZ, Lucio. *Diseño de estabilidad de taludes para el nivel de resistencia al corte en el frente de minado del proyecto San Antonio y María – Ananea.* Puno : Universidad Nacional del Altiplano, 2016.
3. ALVARADO SALAZAR, Alan Alexis and CORNEJO GUARDIA, Alfonso Ricardo. *Estabilización de taludes en la costa verde - Callao tramo. Av. Santa Rosa – jr. Virú. (1.3 km).* Lima : Universidad de San Martín de Porres, 2014.
4. DE LA CRUZ QUISPE, Luis Ángel and TUNQUE HUAMÁN, Luis Miguel. *Inestabilidad de taludes en el sector de Santa Bárbara de la ciudad de Huancavelica.* Huancavelica : Universidad Nacional de Huancavelica, 2015.
5. TURPO PHUÑO, Jaime Israel. *“Determinación de los parámetros geométricos del talud, para garantizar la estabilidad del tajo superficial del área de explotación en la unidad minera Moises Randy 2010.”* Moquegua : Universidad Nacional de Moquegua, 2018.
6. ROMERO MEJÍA, César Augusto. *“Geología y estabilidad de taludes en la mina 2-3-4 Shougang.”* Puno : Universidad Nacional del Altiplano, 2018.
7. MAMANI JESÚS, Alonso Mario. *“Análisis de estabilidad de taludes para explotación de cantera de arcilla en el distrito de Paccha, Provincia de la Oroya, Junín.”* Lima : Universidad Nacional Federico Villarreal, 2019.
8. ECHEVERRÍA VILLAVICENCIO, Luis Armando. *“Estabilidad de taludes para la explotación y cierre de dos tajos de agregados en el distrito de Palca-Tarma-Junín.”* Lima : Universidad Nacional Agraria la Molina, 2018.
9. OROZCO OLARTE, Karla María. *“Estabilidad de taludes en suelos residuales evaluado en el corto y largo plazo.”* Medellín : Universidad EAFIT, 2013.
10. JOHN SOTO, Josep Robert Anyelo. *“Protección y estabilización de taludes para evitar deslizamientos.”* Valdivia : Universidad Austral de Chile, 2011.
11. PALATE BOMBÓN, José Luis. *“Estudio del comportamiento de taludes con mallas metálicas en la vía ecológica Santa Rosa km 3+500 del Cantón Ambato provincia de Tungurahua.”* Ecuador : Universidad Técnica de Ambato, 2018.
12. DOMÍNGUEZ GRAJALES, Martín de Jesús. *Análisis de taludes por el método Bishop.* México : Universidad Nacional Autónoma de México, 2018.
13. SUÁREZ DÍAZ, Jaime. *“Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales.* 1. Bucaramanga : Ingeniería de Suelos Ltda., 1998.

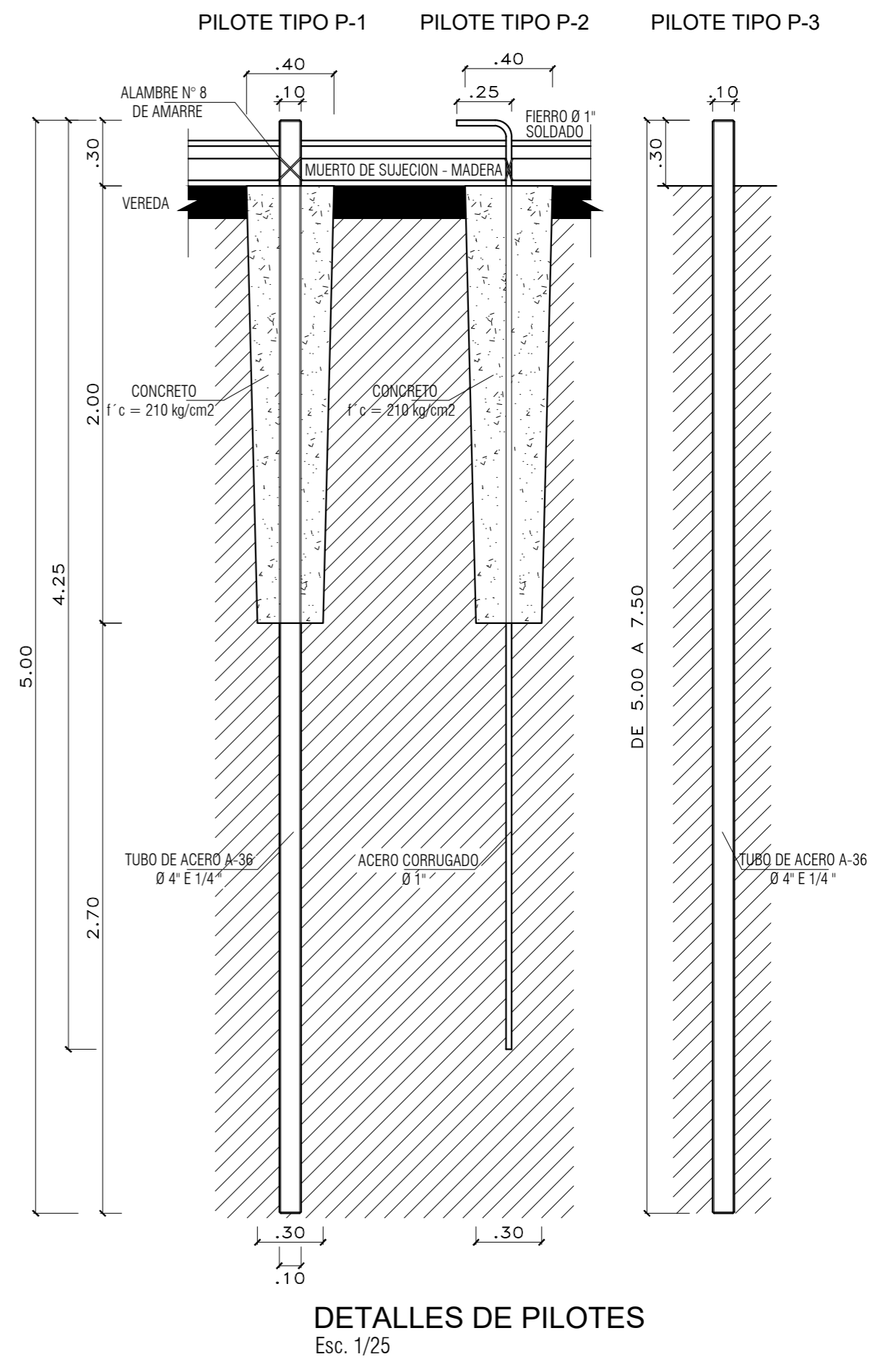
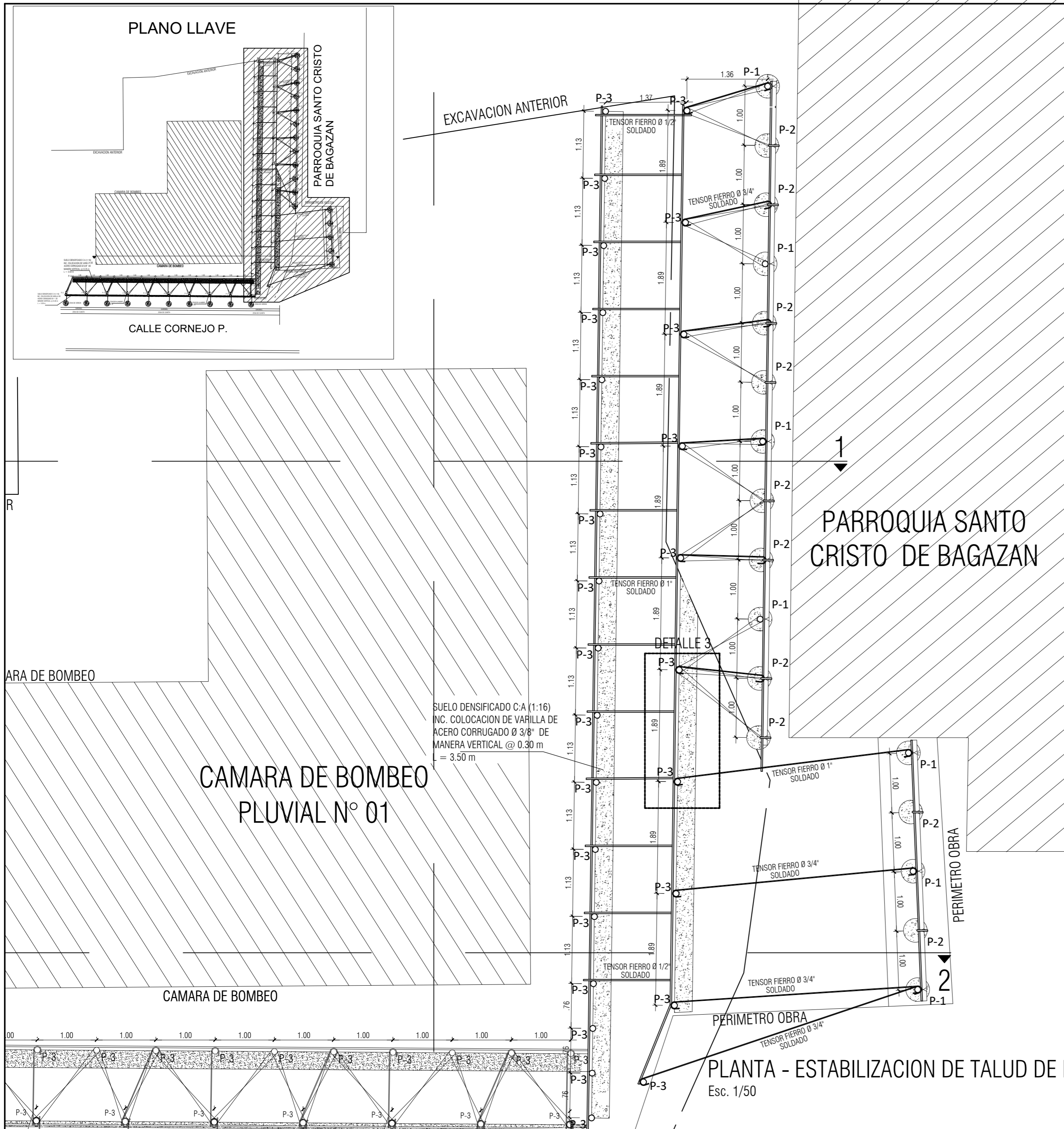
14. BRAJA, M. Das. *“Fundamentos de ingeniería geotécnica.”* California : Thomson Learning, 1985.
15. BRAJA, M. Das. *“Principios de ingeniería de cimentaciones.”* 1999. ISBN 970-686-035-5.
16. MORALES ALVARADO, Diego Bernabé. *“Procedimientos de investigación y comparación de los métodos de bishop modificado, janbú y fellenius para el cálculo de estabilidad de taludes”* Guatemala: Universidad de San Carlos,2009
17. TAPIA ALFARO, Ana Lizeth. *“Comparativa de los métodos de cálculo en análisis de estabilidad de taludes”* México: Instituto Politécnico Nacional,2009
18. CURIPOMA VITERI, Andrea Esthefanía. *“Análisis comparativo de las metodologías de cálculo de estabilidad de taludes”* Ecuador: Universidad Técnica Particular De Loja,2017

## Anexos

### Anexo 01: Matriz de Consistencia

Problemas	Objetivos	Hipotesis	Variables	Indicadores	Metodología
<b>General</b>	<b>General</b>	<b>General</b>	<b>Independiente</b>	Buen manejo de los conceptos teóricos.	<b>Tipo de investigación</b> La investigación según el número de ocasiones en que se mide la variable de estudio será de tipo longitudinal ya que se medirá la variable antes y después, manipulándola de una forma planeada o de manera prospectiva. Según la intervención del investigador será experimental donde se tendrá que presentar analíticamente los resultados obtenidos, dado a conocer de manera explicativa las modificaciones que se realicen. En consecuencia, se tendrá un estudio de causa y efecto controlado.
¿Cuál es el modelo de aplicación tecnológica para la estabilización de taludes en la cámara de bombeo pluvial N°01 del Hospital II-2 Cesar Garayar García-Iquitos?	Elaborar un modelo de aplicación tecnológica para la estabilización de taludes en la cámara de bombeo pluvial N°01 del Hospital II-2 Cesar Garayar García-Iquitos	El modelo de aplicación tecnológica propuesto es apropiado para la estabilización de taludes en la cámara de bombeo pluvial N°01 del Hospital II-2 Cesar Garayar García-Iquitos.	Modelo de aplicación tecnológica para la estabilización de taludes en la cámara de bombeo pluvial N°01 del Hospital II-2 Cesar Garayar García-Iquitos.	Buenos aportes con base científica.	
<b>Específico</b>	<b>Específico</b>			Dominio de los datos obtenidos.	
¿Cómo Emplear las mallas metálicas y pilotes de acero estructural en el diseño de taludes en la cámara de bombeo pluvial N°01 del Hospital II-2 Cesar Garayar García-Iquitos?	Emplear mallas metálicas y pilotes de acero estructural en el diseño de taludes en la cámara de bombeo pluvial N°01 del Hospital II-2 Cesar Garayar García-Iquitos.			Conoce las partes de un estudio de mecánica de suelos.	<b>Diseño de investigación</b> El diseño de la investigación será cuasi-experimental
¿Cómo obtener los parámetros del suelo, esfuerzo al corte y ángulo de fricción, utilizando correlación con los resultados del ensayo de penetración estándar (SPT)?	Obtener los parámetros del suelo, esfuerzo al corte y ángulo de fricción, utilizando correlación con los resultados del ensayo de penetración estándar (SPT) en la cámara de bombeo pluvial N°01 del Hospital II-2 Cesar Garayar García-Iquitos.		Reconocer la importancia de un diagnóstico de talud	<b>Población</b> La población estará constituida por el conjunto de taludes que se encuentran en la cámara de bombeo pluvial N°01 del Hospital II-2 Cesar Garayar García.	
¿Cuál es el valor aceptable para el factor de seguridad en el diagnóstico de estabilidad de los taludes en la cámara de bombeo pluvial N°01 del Hospital II-2 Cesar Garayar García-Iquitos, si se emplea el modelo propuesto?	Determinar cual es el valor aceptable para el factor de seguridad en el diagnóstico de estabilidad de los taludes en la cámara de bombeo pluvial N°01 del Hospital II-2 Cesar Garayar-Iquitos.		<b>Dependiente</b>	Procesamiento adecuado de los datos.	<b>Muestra</b> La muestra como sujeto de análisis será el talud adyacente a la parroquia Santo cristo de Bagazán y el talud paralelo a la calle cornejo Portugal, ambos en condiciones críticas, Escogidos a causa de la necesidad que existe de construir la cámara de bombeo pluvial N°01 del hospital II-2 Cesar Garayar García.
¿Es viable económicamente el modelo de aplicación tecnológica para la estabilización de taludes en la cámara de bombeo pluvial N°01 del Hospital II-2 Cesar Garayar García-Iquitos?	Demostrar la viabilidad económica del modelo de aplicación tecnológica para la estabilización de taludes en la cámara de bombeo pluvial N°01 del Hospital II-2 Cesar Garayar García-Iquitos		Estabilidad de los taludes	Aplica sus conocimientos correctamente.	<b>Áreas de investigación:</b> Ingeniería y Tecnología
¿Cómo se puede reducir el riesgo de deslizamiento producido por pequeños planos de falla en los taludes en la cámara de bombeo pluvial N°01 del Hospital II-2 Cesar Garayar García-Iquitos?	Establecer como reducir el riesgo de deslizamiento producido por pequeños planos de falla en los taludes en la cámara de bombeo pluvial N°01 del Hospital II-2 Cesar Garayar García			Utiliza datos reales obtenidos en campo.	
				Considera el tiempo de vida útil de la obra de arte.	
				Realiza con ética todas sus actividades.	

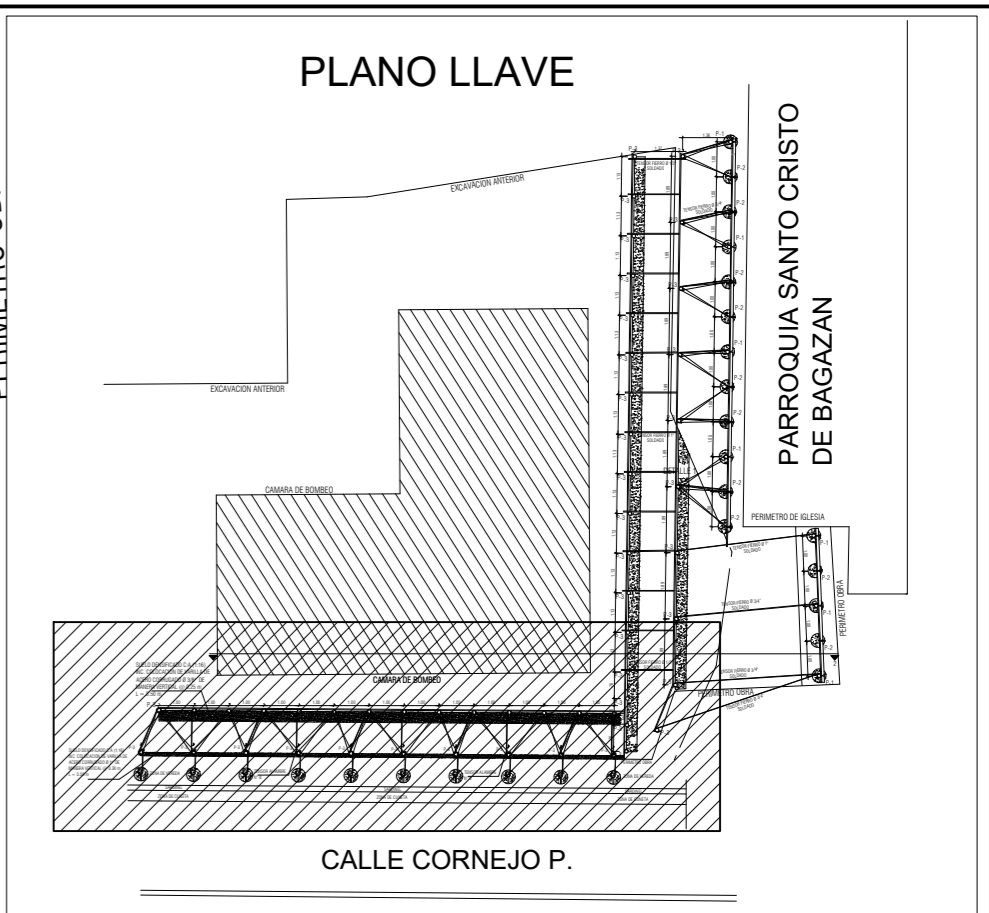
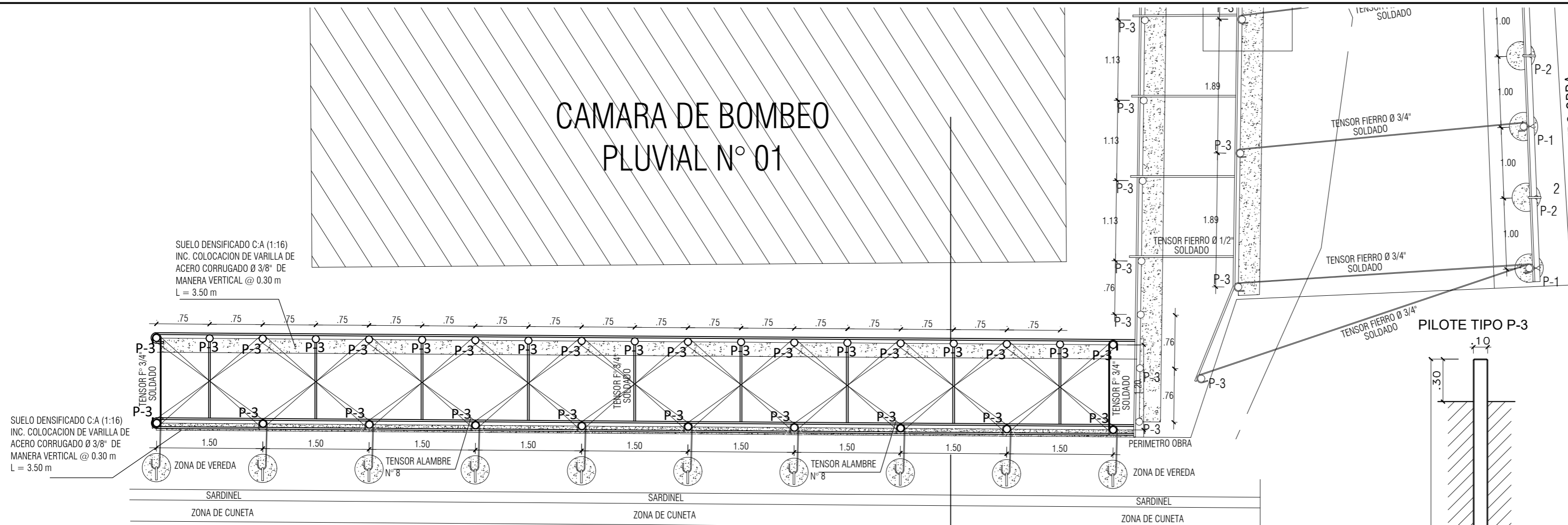
# **ANEXO 2**



		<b>CONSORCIO SALUD LORETO</b>	
PROYECTO:	<b>ESTABILIZACION DE TALUDES PARA CONSTRUCCION DE CAMARA DE BOMBEO PLUVIAL N°01</b>		
OBRA:	"MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL II-2 CESAR GARAYAR GARCIA, DISTRITO DE IQUITOS, PROVINCIA DE MAYNAS, DPTO. LORETO"		
PLANO:	<b>PLANTA - ESTABILIZACION DE TALUD DE PARROQUIA</b>		
Especialista:		Fecha: Mayo - 2019	Dist: IQUITOS
Dibujo:	G.A.V.R	Prov: MAYNAS	Region: LORETO
Ing. MIGUEL ANGEL ROBALINO OSORIO CIP: 48741			Escala: INDICADA

Lamina N°: **01**  
Codigo: **P-ETP**



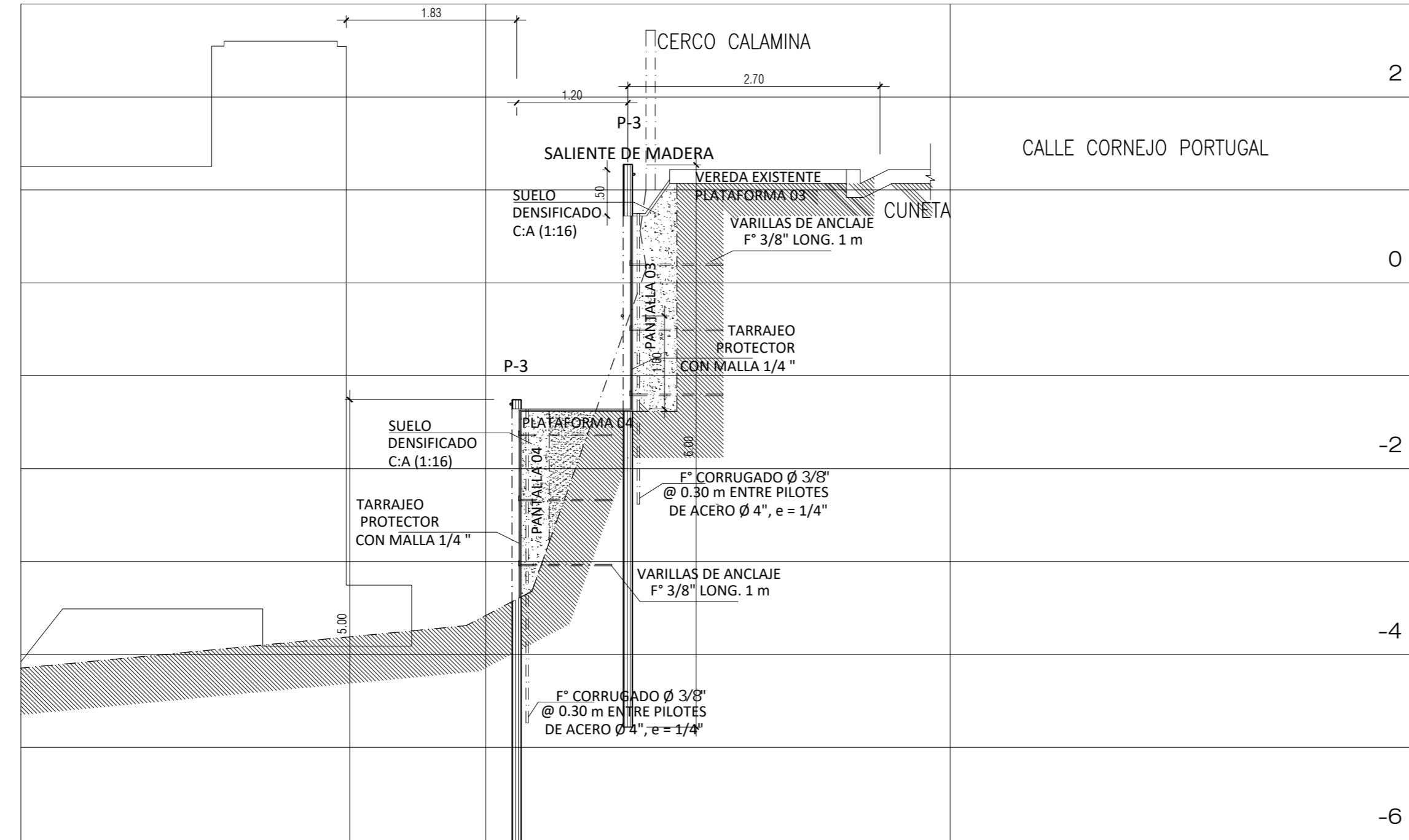


- ### ESPECIFICACION PROCEDIMIENTO DEL TALUD
1. REFORZAR CON HINCADO DE PILOTES SIN EXCAVAR
  2. ESTABILIZAR EL SUELO ARENOSO DE RELLENO CON CEMENTO:ARENA (1:16) LA PANTALLA DE EXCAVACION DE LA PLATAFORMA 03 Y REFORZAR CON VARILLAS DE F° DE 3/8" LONG. 3.50 m. A CADA 0.30 m ENTRE PILOTES DE ACERO Ø 4"
  3. NIVELAR LA PLATAFORMA 03 Y CUBRIR CON MORTERO C:A (1:12) LA MALLA METALICA DE 1/4" ANCLADA AL SUELO CON GANCHOS DE F° 3/8" DE 1m DE LONG.
  4. TRES DIAS DESPUES DE REALIZADO EL PASO 2, PROCEDER A EXCAVAR EL TALUD 1.00 M A LA VEZ EL PRIMER TRAMO FORRANDO INMEDIATAMENTE CON MALLA METALICA 1/4" ANCLADA VERTICALMENTE CON GANCHOS DE F° 3/8" AL TALUD ESTABILIZADO, EL MISMO QUE DEBE SER EMPASTADO EN EN EL INSTANTE DE LA FIJACION DE LA MALLA CON MORTERO C:A (1:16) PROSEGUIR CON EL METRO DE EXCAVACION SECUENCIAL HASTA COMPLETAR LA PANTALLA.
  5. PROSEGUIR CON EL FORRADO DE LA PLATAFORMA 04 IDEM PASO 3
  6. REPETIR EL PROCEDIMIENTO PARA LA ESTABILIZACION DEL SEGUNDO TRAMO DEL TALUD DEL PASO 1 AL 4
- NOTA:  
DE ENCONTRARSE AGUA POR CAUSA DEL NIVEL FREATICO ELEVADO O DE FILTRACIONES, EVITAR SEGUIR EXCAVANDO E INSTALAR TUBOS DE SUBDRENAJE FORRADOS CON GEOTEXTIL NO TEJIDO.

## ESTABILIZACION DE TALUD, PLANTA 02

### CALLE CORNEJO PORTUGAL

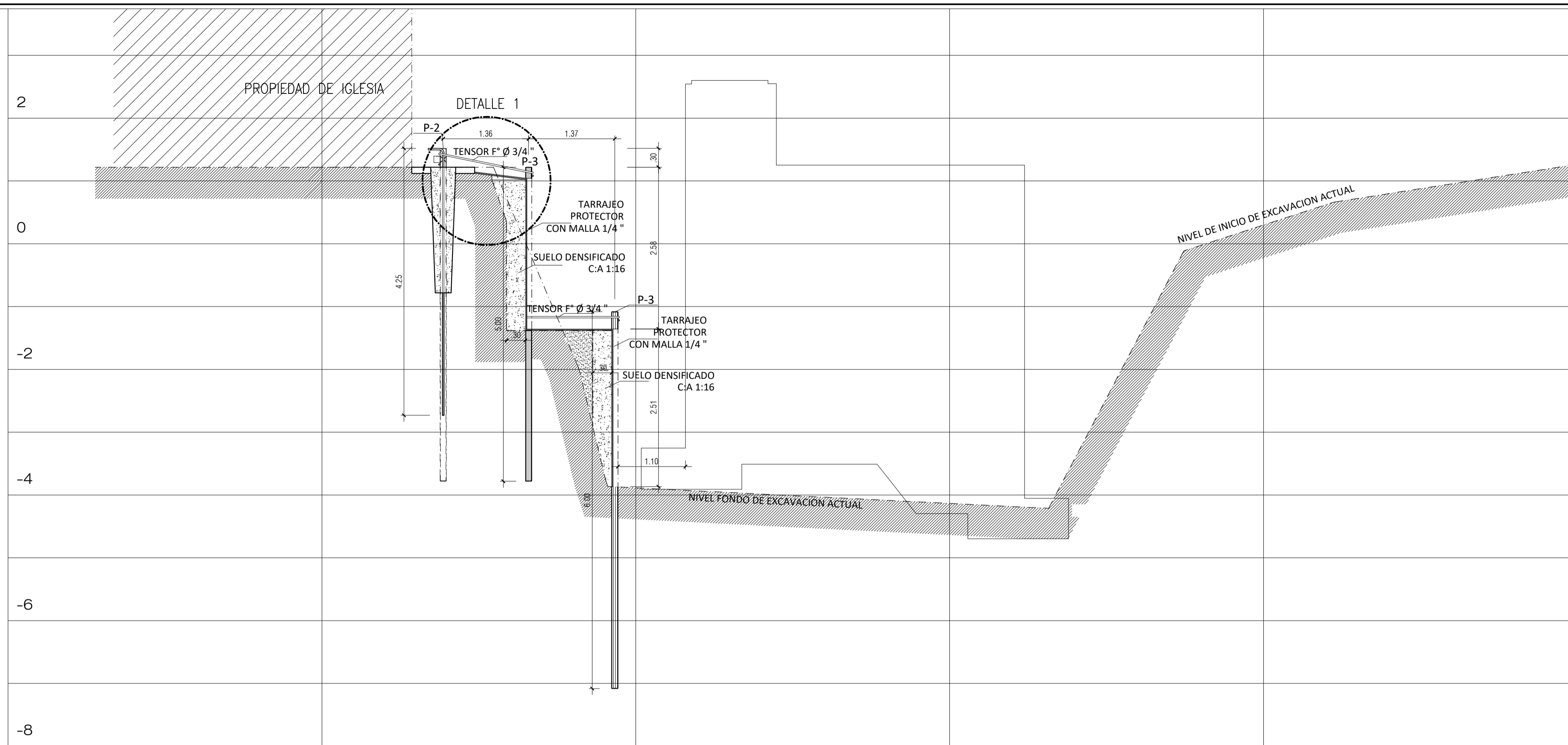
Esc. 1/50



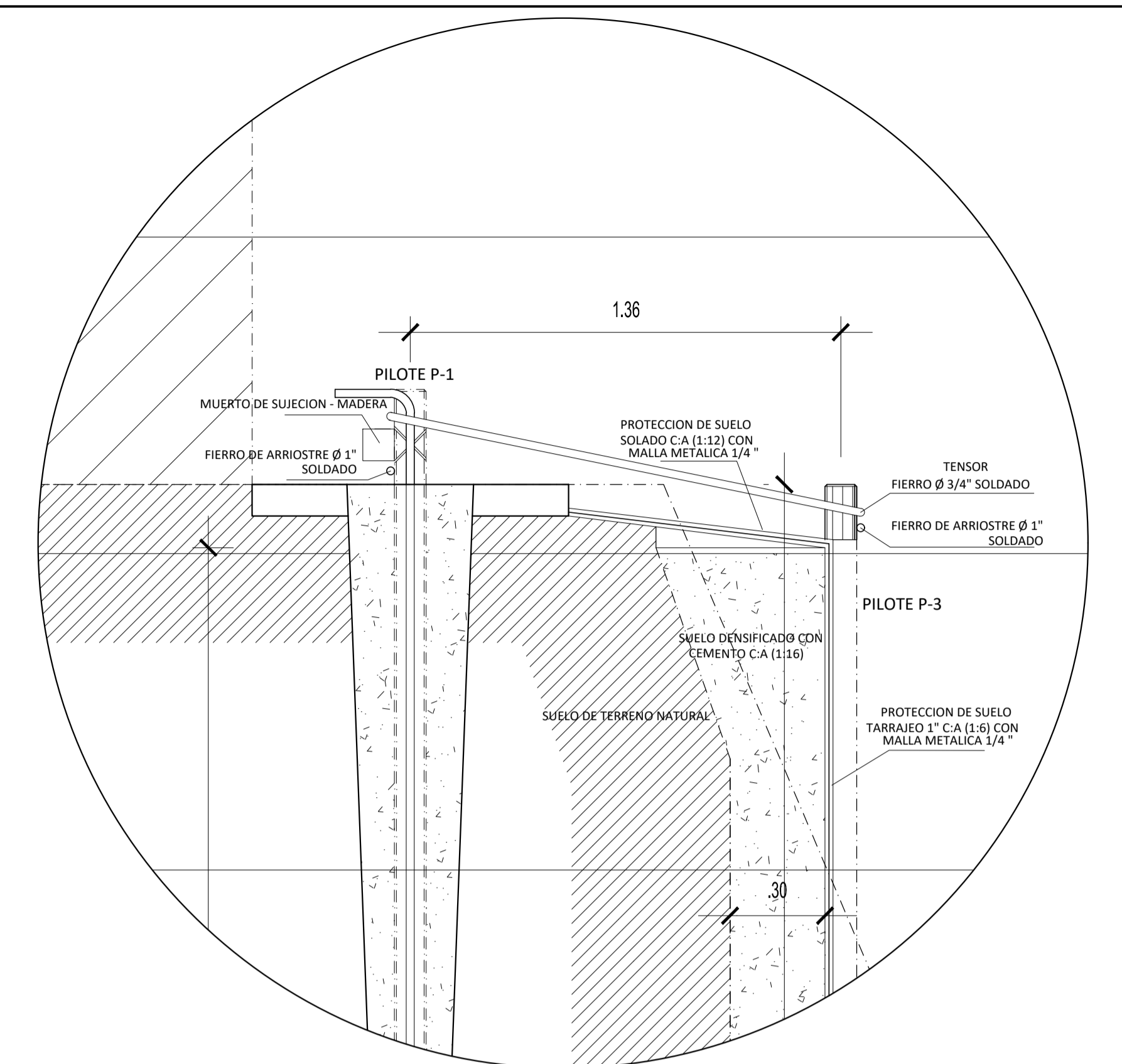
## SECCION A, ESTABILIZACION DE TALUD CORNEJO PORTUGAL.

Esc. 1/50

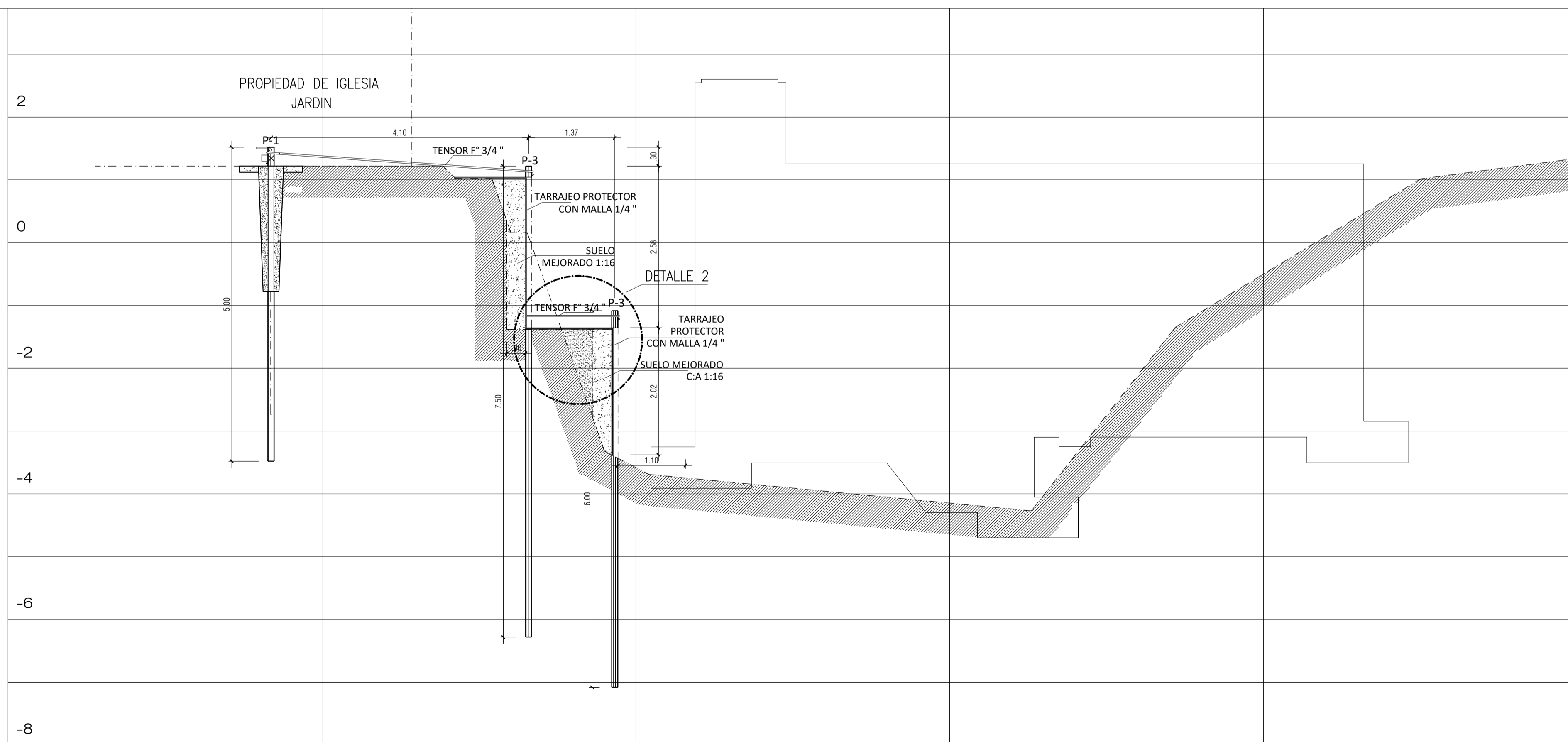
		<h1>CONSORCIO SALUD LORETO</h1>	
PROYECTO:	ESTABILIZACION DE TALUDES PARA CONSTRUCCION DE CAMARA DE BOMBEO PLUVIAL N°01		
OBRA:	"MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL II-2 CESAR GARAYAR GARCIA, DISTRITO DE IQUITOS, PROVINCIA DE MAYNAS, DPTO. LORETO"		
PLANO:	PLANTA - SECCION A, ESTABILIZACION DE TALUD CORNEJO P.		
Especialista:		Fecha:	Mayo - 2019
	AGUIRRE 1013 TLF: 241275 Ing. MIGUEL ANGEL ROBALINO OSORIO CIP : 48741	Dist:	IQUITOS
		Dibuj:	G.A.V.R
		Prov:	MAYNAS
		Region:	LORETO
		Escala:	INDICADA



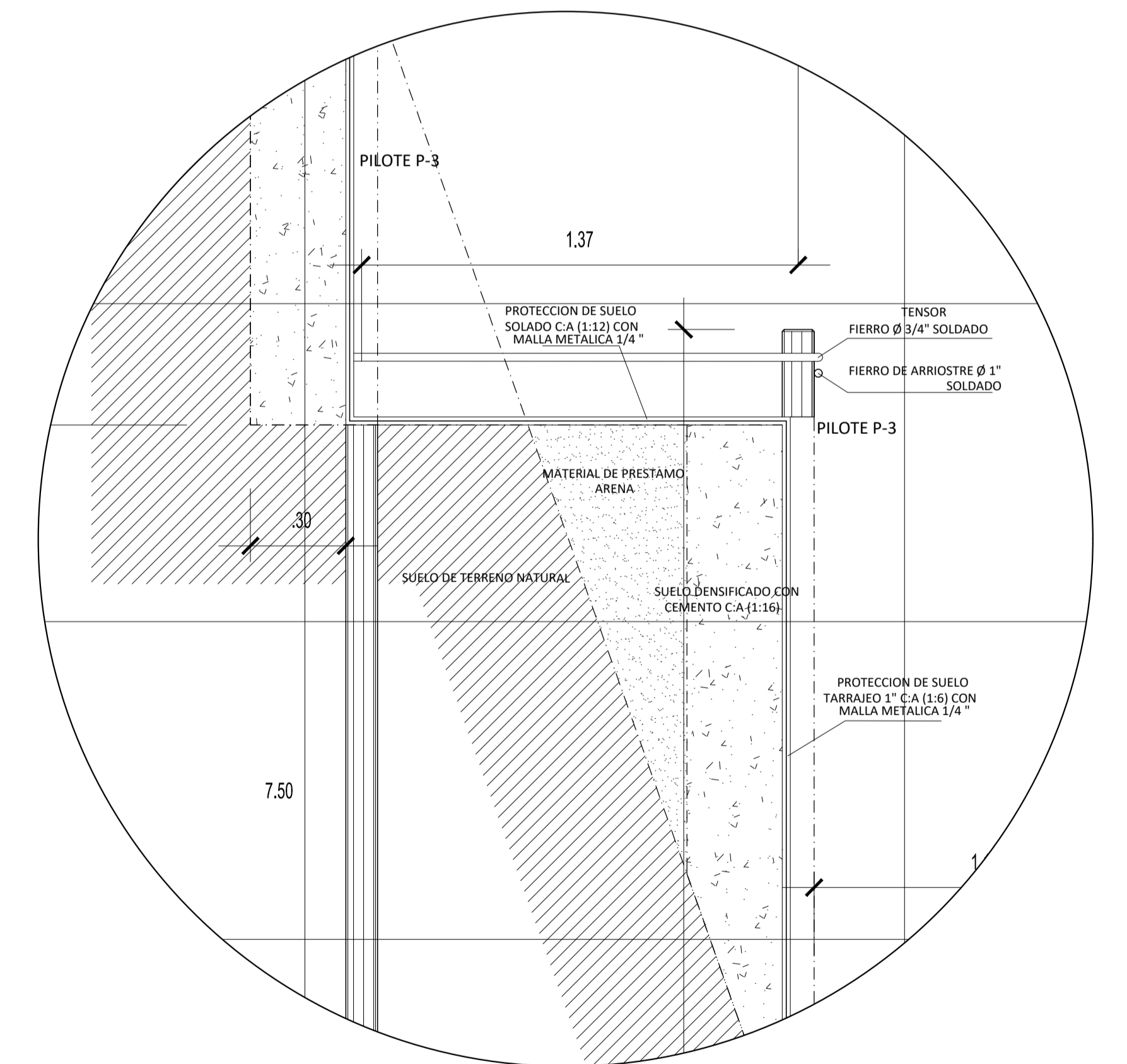
SECCION 1 - ESTABILIZACION DE TALUD PARROQUIA  
Esc. 1/50





DETALLE 1  
Esc. 1/15

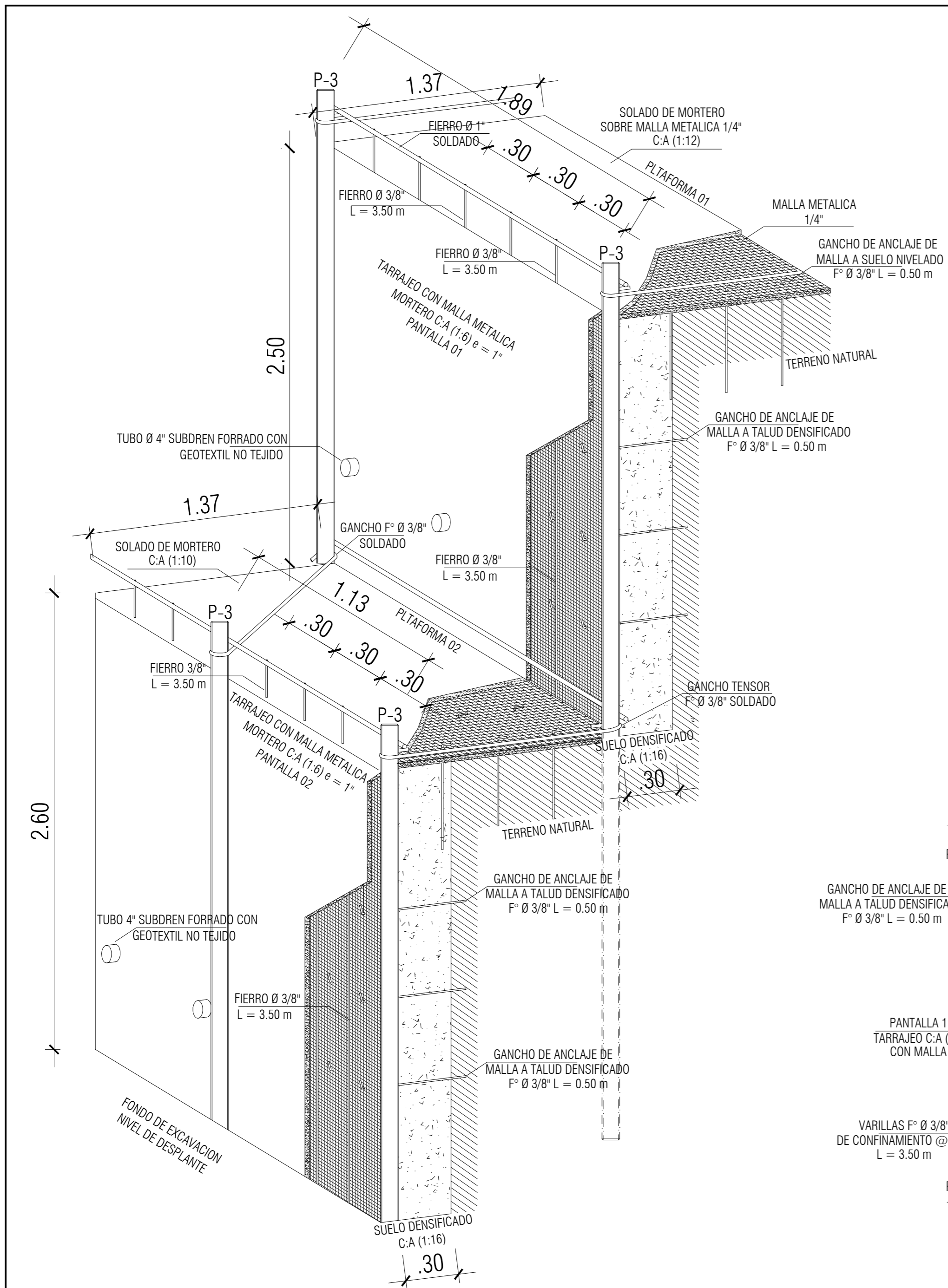


SECCION 2 - ESTABILIZACION DE TALUD  
Esc. 1/50



DETALLE 2  
Esc. 1/15

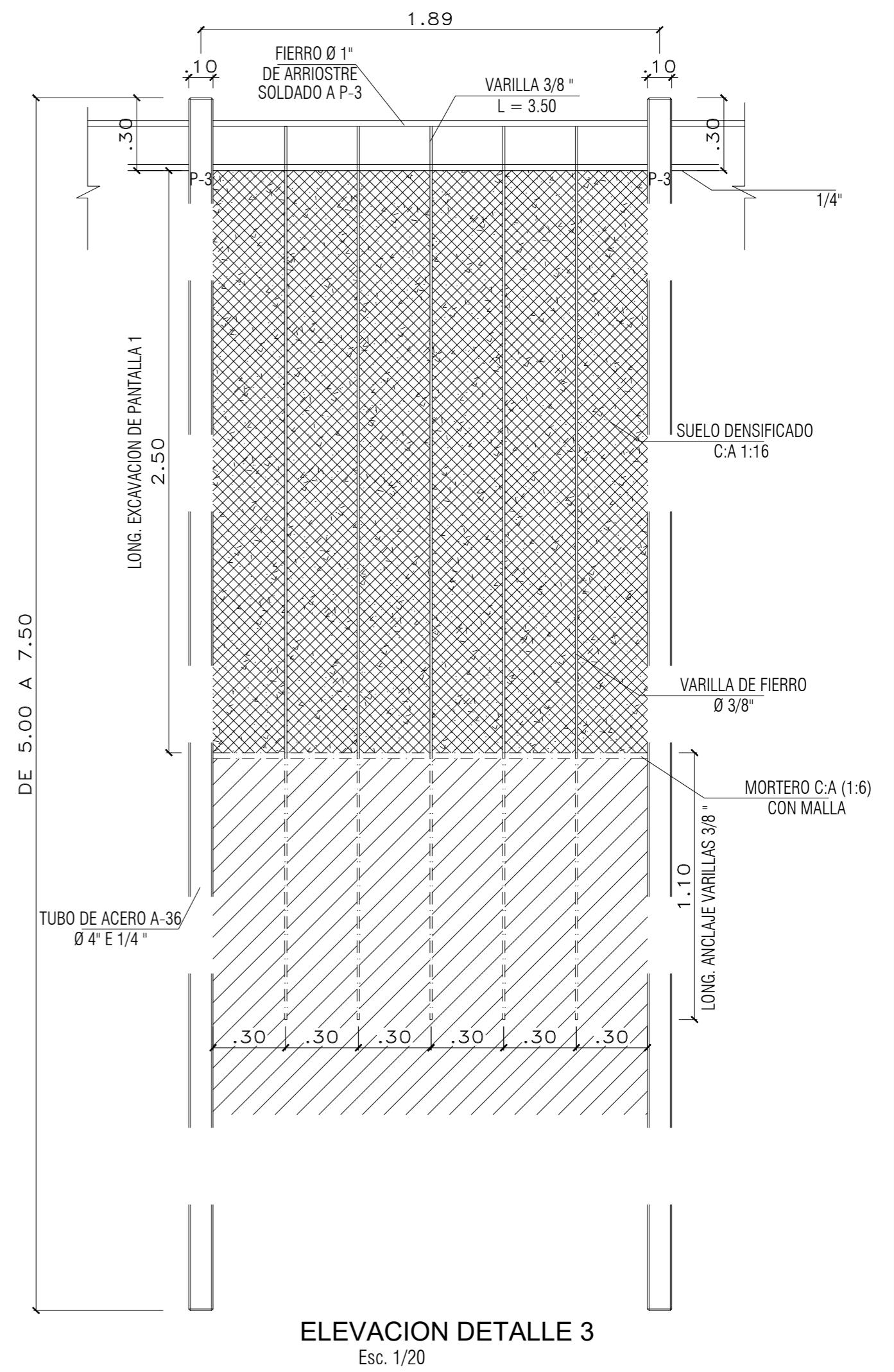
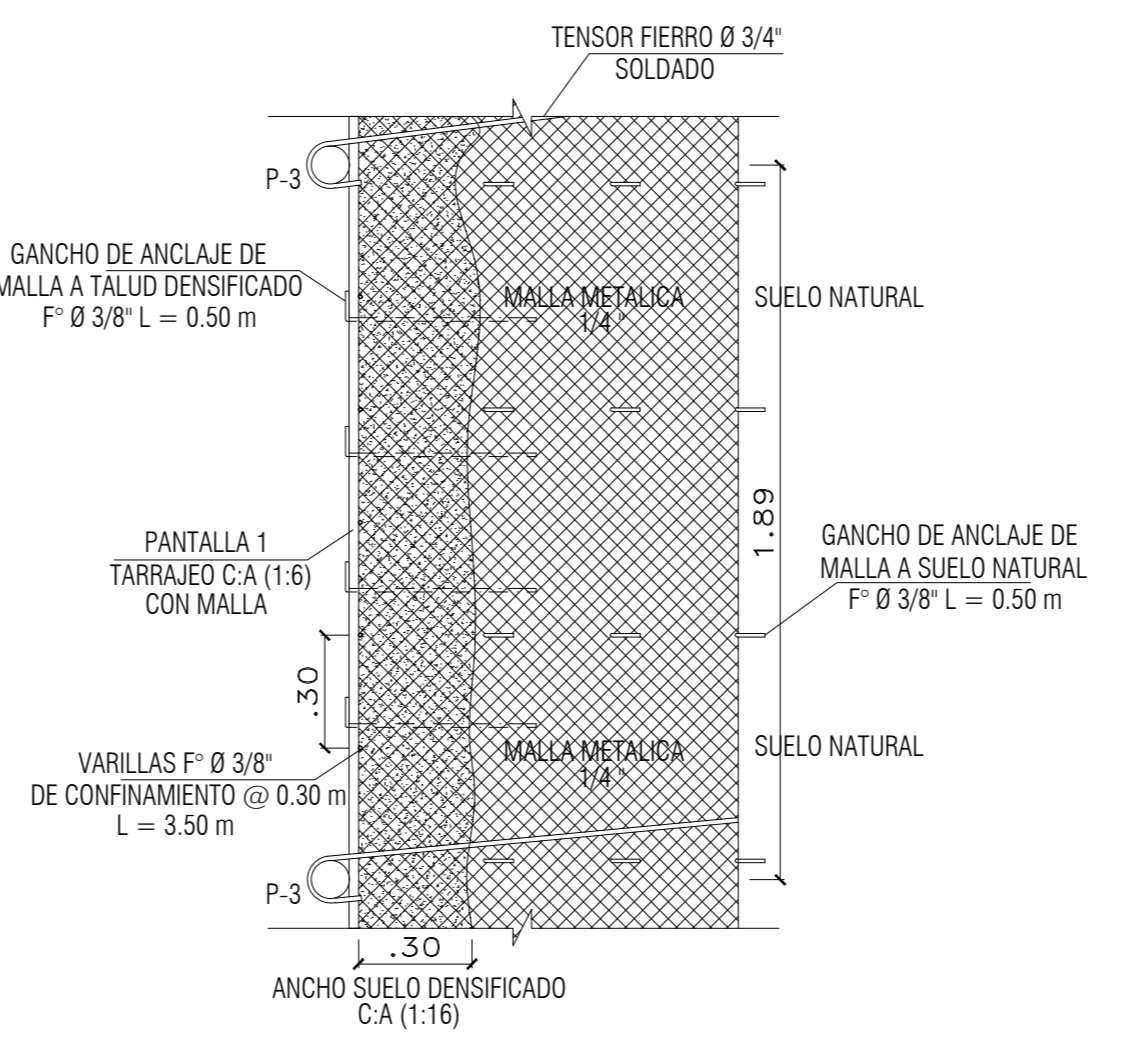
 <b>CONSORCIO SALUD LORETO</b>		<b>CONSORCIO SALUD LORETO</b>						
PROYECTO:	ESTABILIZACION DE TALUDES PARA CONSTRUCCION DE CAMARA DE BOMBEO PLUVIAL N°01			Lamina N°:				
OBRA:	MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL II-2 CESAR GARAYAR GARCIA, DISTRITO DE IQUITOS, PROVINCIA DE MAYNAS, DPTO. LORETO			<b>03</b>				
PLANO:	SECCIONES Y DETALLES 1 - 2			Código:				
Especialista:	 <b>Geotecnia Tropical</b> <small>AGUIRRE 1013 TLF. 241275 ING. MIGUEL ANGEL ROBALINO OSORIO CIP. 48741</small>		Fecha:	Mayo - 2019	Dist:	IQUITOS	Región:	LORETO
	Diseño:	G.A.V.R	Proy:	MAYNAS	Escala:	INDICADA		



### ESPECIFICACION PROCEDIMIENTO DEL TALUD

1. REFORZAR CON HINCADO DE PILOTES SIN EXCAVAR
2. ESTABILIZAR EL SUELO ARENOSO DE RELLENO CON CEMENTO:ARENA (1:16) LA PANTALLA DE EXCAVACION DEL PRIMER TRAMO Y REFORZAR CON VARILLAS DE F° DE 3/8" LONG. 3.50 m. A CADA 0.30 m ENTRE PILOTES DE ACERO Ø 4"
3. NIVELAR LA PLATAFORMA 01 Y CUBRIR CON MORTERO C:A (1:12) LA MALLA METALICA DE 1/4" ANCLADA AL SUELO CON GANCHOS DE F° 3/8"
4. TRES DIAS DESPUES DE REALIZADO EL PASO 2, PROCEDER A EXCAVAR UN METRO EL TALUD DEL PRIMER TRAMO FORRANDO INMEDIATAMENTE CON MALLA METALICA 1/4" ANCLADA VERTICALMENTE CON GANCHOS DE F° 3/8" AL TALUD ESTABILIZADO, EL MISMO QUE DEBE SER EMPASTADO EN EN EL INSTANTE DE LA FIJACION DE LA MALLA CON MORTERO C:A (1:6). SEGUIR EL MISMO PROCEDIMIENTO CADA METRO; HASTA COMPLETAR LA PANTALLA.
5. PROSEGUIR CON EL FORRADO DE LA PLATAFORMA 02 IDEM PASO 3
6. REPETIR EL PROCEDIMIENTO PARA LA ESTABILIZACION DEL SEGUNDO TRAMO DEL TALUD DEL PASO 1 AL 4

NOTA:  
DE ENCONTRARSE AGUA POR CAUSA DEL NIVEL FREATICO ELEVADO O DE FILTRACIONES, EVITAR SEGUIR EXCAVANDO E INSTALAR TUBOS DE SUBDRENAJE FORRADOS CON GEOTEXTIL NO TEJIDO.



		<b>CONSORCIO SALUD LORETO</b>				
PROYECTO:	ESTABILIZACION DE TALUDES PARA CONSTRUCCION DE CAMARA DE BOMBEO PLUVIAL N°01			Lamina N°:	04	
OBRA:	"MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL II-2 CESAR GARAYAR GARCIA, DISTRITO DE IQUITOS, PROVINCIA DE MAYNAS, DPTO. LORETO"			Codigo:	IT,EYDT	
PLANO:	ISOMETRIA TIPICA, ESPECIFICACION Y DETALLES TECNICOS			Region:	LORETO	
Especialista:	 AGUIRRE 1013 TLF: 241275 Ing. MIGUEL ANGEL ROBALINO OSORIO CIP: 48741		Fecha:	Mayo - 2019	Dist:	IQUITOS
	Dibujo:	G.A.V.R	Prov:	MAYNAS	Escala:	INDICADA