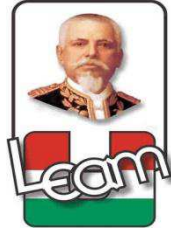


UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL

TEMA:

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS METODOS DE BISHOP Y JANBU
PARA LA ESTABILIZACION DEL ACANTILADO NORESTE DEL SECTOR
PEÑON DEL DIABLO UBICADO EN EL CANTON JARAMIJO”**

AUTORES

KLEVER DELGADO ALVIA

FRANKLIN MERO MERO

DIRECTOR DE TESIS

ING. JAVIER MOREIRA ROCA

AÑO 2014

MANTA - MANABÍ - ECUADOR

TEMA:

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS METODOS DE BISHOP Y JANBU
PARA LA ESTABILIZACION DEL ACANTILADO NORESTE DEL SECTOR
PEÑON DEL DIABLO UBICADO EN EL CANTON JARAMIJO”**

AGRADECIMIENTO

A Dios sobre todas las cosas, porque nos ha dado salud, vida y fuerza para culminar con éxito esta etapa de nuestras vida, a nuestros padres que con su amor y sus esfuerzos diario a formado nuestros carácter y nos ha apoyado incondicionalmente para que llegemos a la meta de nuestras carreras universitarias, a nuestros nuestras familias que con sus apoyo diarios nos motivaron a seguir preparándonos para ser unas mejores personas, a nuestros profesores que con sus conocimientos académicos nos han preparado para servir a la sociedad como profesionales

LOS AUTORES

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a toda la familia, y a todas las personas que de una u otra forma me apoyaron para que termine con éxito este sueño que hoy lo veo hecho realidad.

FRANKLIN BOANERGES MERO MERO.

DEDICATORIA

El esfuerzo realizado en este trabajo se lo dedico de manera especial a toda mi familia. y a todas las personas que de una u otra forma fueron inmersos con su apoyo para que pueda terminar con éxito este sueño que hoy lo veo hecho realidad.

KLEBER AGAPITO DELGADO ALVIA.

CERTIFICACION

Certifico, que el presente trabajo de investigación, fue realizado en su totalidad por los Egresados de la Escuela de Ingeniería Civil, el Sr. FRANKLIN BOANERGES MERO MERO y el Sr. KLEVER AGAPITO DELGADO ALVIA como requerimiento parcial a la obtención del título de Ingeniero Civil.

Manta, Abril del 2014

Ing. Javier Moreira Roca
DIRECTOR DE TESIS

RESPONSABILIDAD DEL AUTOR

La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, corresponden exclusivamente al autor, y el patrimonio intelectual de la tesis de grado corresponden a la Universidad laica "Eloy Alfaro de Manabí"

Egdo. Franklin Boanerges Mero Mero

Egdo. Klever Agapito DelgadoAlvia

RESUMEN

La investigación de análisis comparativos de los métodos de Janbu y Bishop, para la estabilización del acantilado noreste del sector peñón de diablo, fue desarrollado en Jaramijò, los objetivos fueron determinar en la zona inestable del peñón del diablo los parámetros geotécnicos de cálculos para su estabilización; definir una metodología de cálculo para la estabilización de acuerdo a la diferente litología presente en el área y comparar lo métodos de cálculos de estabilidad para su correcta aplicación a este tipo de morfología. Los datos tomados fueron análisis de muestras de suelo recolectadas en el acantilado y posteriormente analizadas en laboratorio de suelo de la facultad de ingeniería civil, los resultados permite concluir que hay sectores donde la erosión es más fuerte, producto del socavamiento que hace el oleaje en la base del acantilado, arrastrando el material caído de la parte superior, hacia el mar. además que la presencia de plataformas de erosión es la evidencia del continuo retroceso de los acantilados, por el avance del mar, a través de la erosión; el sedimento predomina es el limo, aunque también hay arena, principalmente en la zona cerca a la orilla, también hay mezclas de estas dos fracciones, pero en menor proporción, y se ubica en el centro y en sector oeste del área de influencia del estudio; esto hace necesario aplicar la estabilización lo antes posible y de acuerdo a la topografía la características del terreno

INDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
CAPITULO 1	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1.- INTRODUCCIÓN	2
1.2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	4
1.2.1. ANTECEDENTES	4
1.2.2. JUSTIFICACIÓN	6
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.3.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	10
1.3.2. SITUACIÓN ACTUAL DEL PROBLEMA	10
1.3.3. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	10
1.4. OBJETIVOS	11
1.4.1.- OBJETIVO GENERAL	11
1.4.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
1.5. HIPÓTESIS	12
1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL	12
1.5.2.- HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	12
1.6. VARIABLES	13
1.6.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	13
1.6.2. VARIABLE DEPENDIENTE	13
1.6.3. ESTABILIZACIÓN DEL ACANTILADO	13
1.7. MÉTODOS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	14
1.7.1. MÉTODOS	14
1.7.2. TÉCNICAS	15
1.8. PROCESO Y METODOLOGÍA	16
1.9. DISEÑO ESTADISTICO	18

CAPITULO 2	20
MARCO TEÓRICO	21
2.1.- MOVIMIENTO DE MASAS	21
2.2.- TIPOS DE MOVIMIENTOS DE MASAS	22
2.3.- CAÍDA DE MASA	24
2.4.- MOVIMIENTO DE ROTACIÓN Y TRASLACIÓN	25
2.5.- MOVIMIENTOS DE ROTACIÓN Y TRASLACIÓN Y SUS EFECTOS	27
2.6.- FLUJOS O MAREAS	29
2.7.- GEOLOGÍA GENERAL DE LA COSTA	29
2.8.- GEOMORFOLOGÍA	33
2.9.- LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO	36
2.10.- LEVANTAMIENTO ALTIMÉTRICO	37
2.11.- ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES	38
2.12.- MÉTODOS DE ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES	39
2.13.- MÉTODO DE JANBU	40
2.14.- COMPARACIÓN ENTRE LOS MÉTODOS DE ANÁLISIS	40
2.15. MARCO REFERENCIAL	43
2.6. Diseño Metodológico	51
2.16.1. UBICACIÓN	51
2.16.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS Y EDÁFICAS	51
CAPITULO 3	53
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS E INTERPRETACIÓN	53
3.1. DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS	54
3.2. DESARROLLO DE TIPO EXPERIMENTAL	62
3.3. DESARROLLO DE LOS ENSAYOS	65
CAPITULO 4	88
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	88
4.1. CONCLUSIONES	89
4.2. RECOMENDACIONES	90

4.3. BIBLIOGRAFÍA	91
4.4. ANEXOS	94

ÍNDICE DE ILUSTRACION

N°	ILUSTRACION	PÁGINA
1	Foto satelital de la zona de estudio tomada desde Google Earth.	3
2	Deslizamiento traslacionales	26
3	Zona de estudio Deslizamiento traslacionales	26
4	Deslizamiento rotacionales	28
5	Zona de estudio Deslizamiento rotacionales	28
6	Fórmula para obtener el factor de seguridad de un talud	43
7	Diagrama de cuerpo libre y polígono de fuerzas	44
8	Esquema estático - Método Janbu	56
9	Ecuación que representa la relación entre valores de la tensión efectiva y total de la fuerza actuando en la superficie de deslizamiento	58
10	Formula recursiva	59
11	Fórmula para calcular los ángulos	59
12	Formula Factor de seguridad	60
13	Fórmula para la verificación de parámetros $m\alpha$	60
14	Levantamiento topográfico de la zona de estudio	62
15	Perfil topográfico nº 1	63
16	Perfil estratigráfico nº 1	64
17	Perfil # 1 en estado natural y nivel freático (Método de Janbu)	65
18	Perfil# 1 en estado natural y nivel freático (Método de Bishop)	66
19	Perfil # 1 con grado sísmico y nivel freático (Método de Janbu)	67
20	Perfil # 1 con grado sísmico y nivel freático (Método de Bishop)	68
21	Perfil # 1 con grado sísmico, nivel freático y muro de gaviones (Método de Janbu)	69
22	Perfil # 1 con grado sísmico, nivel freático y muro de gaviones (Método de Bishop)	70

23	Perfil topográfico nº 2	71
24	Perfil estratigráfico nº 2	72
25	Perfil # 2 en estado natural y nivel freático (Método de Janbu)	73
26	Perfil # 2 en estado natural y nivel freático (Método de Bishop)	74
27	Perfil # 2 con grado sísmico y nivel freático (Método de Janbu)	75
28	Perfil # 2 con grado sísmico y nivel freático (Método de Bishop)	76
29	Perfil # 2 con grado sísmico, nivel freático y muro de gaviones (Método de Janbu)	77
30	Perfil # 2 con grado sísmico, nivel freático y muro de gaviones (Método de Bishop)	78
31	Perfil topográfico nº 3	79
32	Perfil estratigráfico nº 3	80
33	IlusPerfil # 3 en estado natural y nivel freático (Método de Janbu)	81
34	Ilustración 34: Perfil # 3 en estado natural y nivel freático (Método de Bishop)	82
35	Perfil # 3 con grado sísmico y nivel freático (Método de Janbu)	83
36	Perfil # 3 con grado sísmico y nivel freático (Método de Bishop)	84
37	Perfil # 3 con grado sísmico, nivel freático y muro de gaviones (Método de Janbu)	85
38	Perfil # 3 con grado sísmico, nivel freático y muro de gaviones (Método de Bishop)	86
39	Tabla de resultados	87
40	Mapa de ubicación de la investigación	94
41	Inspección de la zona de estudio previo a la toma de muestras para hacer los análisis de laboratorio	95
42	Reconocimiento visual de la estratigrafía del acantilado peñón Del diablo	96
43	Toma de muestra de suelo en el peñón del diablo para realizar Los análisis en laboratorio	97

44	Toma de muestra de suelo en el peñón del diablo para realizar Los análisis en laboratorio el respectivo análisis de suelo	98
45	Obtención de muestras desde la parte superior del acantilado para ser llevados al laboratorio y realizar	99
46	Peso de muestras de suelo tomadas en campo para su posterior análisis	100
47	<i>Realización de análisis de muestras en laboratorio para determinar su constitución</i>	101
48	Peso de muestras y análisis de muestras tomadas en laboratorio de suelos	102
49	Estudio de suelo	103

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1.- INTRODUCCIÓN

El Cantón Jaramijó es un Centro Pesquero Turístico y Artesanal ubicado a 10km de la ciudad de Manta conocido como "caleta de pescadores", actualmente el mayor rubro Económico es la pesca artesanal, es uno de los principales proveedores de pescado para la industria enlatados de sardinas de Manta, cuenta con 6 Industrias Pesqueras, 5 de harinas, 10 laboratorios y 9 de servicios. A la par de la pesca se está reforzando su fortaleza turística como Eje Transversal para el desarrollo Económico del sector teniendo entre estas fortalezas las playas como: Punta Blanca, Balsamaragua, Playa del Fondeadero, Salinas, y Pozas de Agua Azufradas. (Macías Mendoza, L. 2010).

Lamentablemente las afectaciones provocadas por el fenómeno del Niño de 1982 y 1998 a su perfil costero han provocado la destrucción de muchas viviendas especialmente las que están en zona del PEÑÓN DEL DIABLO, afectando económicamente inversiones de la población con los derrumbamientos de viviendas. Ante evidente riesgo que existe en el sector "Peñón Del Diablo", se busca investigar su estabilización, el mismo que permitirá identificar las razones de la permanente erosión de esta elevación costera, que ha causado la atención estatal a fin de buscar las soluciones adecuadas que permitan mitigar el riesgo presente. (Macías Mendoza, L. 2010).

Esta zona denominada como PEÑÓN DEL DIABLO es la más afectadas por varios factores climáticos, que se ha convertido en un área inestable y de riesgo debido a que se han asentado poblaciones sobre este sitio. El paso de los años ha hecho también que dichos asentamientos requieran de servicios básicos como AA.PP, alcantarillado sanitario y pluvial lo que de manera directa por situaciones no controladas de infiltraciones de aguas en los estratos del suelo en la zona alta de Jaramijó, ha provocado unido a las afectaciones de la

naturaleza, inestabilidad del Cerro Peñón del Diablo, sobre todo por el núcleo del Macizo rocoso asentado en esta zona.(Macías Mendoza, L. 2010).

La mayoría de las viviendas ubicadas en el borde del Peñón del Diablo fueron afectadas sus estructuras, la que en la actualidad están parcialmente abandonadas por los riesgos que presentan y debido a ello sus propietarios fueron indemnizados por la municipalidad de Jaramijó. También se está afectando el área por la gran cantidad de residuos sólidos que se lanzan en este sector debido a que la zona aparentemente está abandonada, ciertos pobladores lanzan la basura en este lugar lo que está afectando la playa, y genera un impacto visual desagradable.(Macías Mendoza, L. 2010).

El Acantilado el Peñón Del Diablo es un cerro ubicado frente a las costa del océano pacifico, dentro del área urbana de la ciudad de Jaramijó. Este cerro tiene un área aproximada de 1.7 Ha, su cota baja es 5msnm y su máxima alcanza los 24 msnm, su temperatura media anual es alrededor de 25.5°C, con dos épocas bien marcadas de lluviosa y seca. Su precipitación esta alrededor de los 300mm promedio anual, por estas múltiples razones nuestro punto de enfoque en este estudio es de dar una solución práctica a las diversas dificultades. (Macías Mendoza, L. 2010).



Ilustración 1: Foto satelital de la zona de estudio tomada desde Google Earth.

1.2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

1.2.1. ANTECEDENTES

El cantón Jaramijó es un centro pesquero, turístico y artesanal ubicado a 10 km de la ciudad de Manta y que está siendo afectado directamente por la inestabilidad de los terrenos especialmente en la zona del Peñón del Diablo, acantilado que está conformando la zona Urbana, con un frente costero de apenas 300 m, que se considera que en un 40% ya fue estabilizado y que presenta ciertos fisuramientos, lo que hace que sea parte de la problemática planteada, el acantilado restante se tomara en consideración con los parámetros geológicos para ser usados en el cálculo de su estabilización y ornamentos que resalte en los términos de referencias especialmente el tema de que ha desplazado del litoral de unos 150m hacia el continente, por la inestabilidad del acantilado y por su comportamiento geológico.(MINISTERIO DEL AMBIENTE. 2010).

El Peñón del Diablo es un acantilado ubicado frente a las costas del océano Pacífico, dentro del área urbana de la ciudad de Jaramijó, el cual ha sido afectado por los constantes fenómenos climáticos y asentamiento de viviendas sobre sus extremos. Este zona tiene un área aproximada de 1.7 Ha, la evapotranspiración alrededor de los 600 mm anual y la velocidad del viento entre los 20 Km/h.(MINISTERIO DEL AMBIENTE. 2010).

Es preocupante sobre manera que al ser Jaramijó una ciudad que vive de la pesca y del turismo, estos efectos deben ser controlados de manera definitiva a nivel de todo el perfil costero y la solución que conlleva el Peñón del Diablo es el inicio a la solución definitiva para determinar los parámetros de cálculos para su estabilización. En los taludes rocosos, las inestabilidades son debidas a las características geo mecánicas del macizo rocoso, al estado de conservación del

propio talud y a las condiciones de penetración del agua. (MINISTERIO DEL AMBIENTE. 2010).

Una vez que ha comenzado el movimiento de las rocas, el factor clave es la inclinación del talud. Por otro lado, el tamaño del talud también influye en la probabilidad de que se caigan o no las rocas. Si el talud es alto y largo, tendrá una mayor masa rocosa con riesgo de caerse. Cuanto mayor sea dicha masa, mayor será el riesgo de que se produzca el desprendimiento. Por lo tanto, a mayor cantidad de rocas, mayor riesgo de desprendimiento y mayores desperfectos. (Bojorquelñez. 2011).

En ocasiones, los materiales de los taludes están orientados directamente hacia las carreteras o vías del tren, debido a que en el macizo tenían esa dirección. En otros casos, las rocas suelen estar orientadas en otra dirección, y, por lo tanto, presentan menos riesgo, dado que el desprendimiento probablemente no alcanzará las vías o carreteras. (Bojorquelñez. 2011).

1.2.2. JUSTIFICACIÓN

El puerto de Jaramijó se encuentra en el Levantamiento Costanero que caracteriza especialmente a la provincia de Manabí en donde afloran en forma aislada rocas volcánicas Cretácicas del basamento de la costa y otras de origen marino de edad Eoceno-Oligoceno-Mioceno. Cubriendo a estas rocas más antiguas se encuentran sedimentos marinos mucho más jóvenes de edad Cuaternaria que conforman la formación Tablazo de edad Antigua. Un perfil geológico regional que pase por el sitio de estudio, mostraría las principales características del sistema de Subducción Ecuatoriano (SSE) de Oeste a Este: LA placa oceánica Nazca, la fosa Ecuador, el levantamiento externo, donde se ubica al puerto de Manta y Jaramijo, las cuencas de antearco, el arco volcánico complejo y la zona de trasarco (cuenca Oriente). (RipaldaNuques, 2008)

El levantamiento Costanero es una zona sometida a levantamiento tectónico importante desde el Pleistoceno por efecto de la interacción de la Placa Sudamericana con la Placa Nazca. La tasa de levantamiento es del orden de 0,2 mm/año en la Península de Santa Elena de acuerdo a Pedoja K. (2003) y es mucho mayor en la zona de Manabí donde alcanza valores máximo de hasta 0,5 mm/año. (Pedoja, 2003); por ejemplo en la zona del Aromo el levantamiento es mayor que 400m, ya que esa altura se encuentra la formación marina Tablazo de edad Cuaternario Antigua (Pleistoceno). (RipaldaNuques, 2008)

La causa del levantamiento es la entrada en subducción del macizo volcánico de Carnegie que es en realidad una cordillera marina o plataforma muy ancha formada por volcanismo originado en la dorsal de Galápagos. Aunque las tasas de levantamiento tectónico son las mayores en la región de Jaramijó, este no es un parámetro a considerar para el diseño del proyecto, ya que el valor absoluto del levantamiento es muy pequeño para la vida normal de la obra, por ejemplo

si consideramos un período de duración de 100 años, el levantamiento total sería del orden de 5cm.(RipaldaNuques, 2008)

Geología Estructural

Dos principales conjuntos de fallas, o “familias” se han visto a nivel regional en el área de estudio. Las fallas, más numerosas son las de la dirección NE-SO paralelas a la falla Jipijapa-Portoviejo, la cual ha sido señalada como el límite entre los levantamientos costeros y la cuenca subsidente Manabí. Estas fallas son especialmente evidentes en el área entre San Mateo y Cabo San Lorenzo donde la Formación Tablazo está ausente. A unos 10 km al Sur, se presenta un alineamiento de fallas de dirección E-O, llamado la Falla Aroma-Montecristi.(RipaldaNuques, 2008)

Hacia el Norte de la línea costera –O de Manta se presenta una tendencia a la subsidencia de la plataforma continental, lo cual explica la presencia de potentes sedimentos de playa encontrados (más de 30m) tanto en las perforaciones geotécnicas efectuadas por el suscrito en el puerto de Manta como para el presente proyecto pesquero artesanal de Jaramijó. Cabe indicar que en los sondeos de Jaramijó, en el sector del espigón Oeste (corto) junto a la playa, se encontró muy cerca de la superficie, una pequeña capa de arena cementada (arenisca calcárea), bajo la cual continuaba el estrato de arena existente en todo el sector.(RipaldaNuques, 2008)

Estratigrafía

El área de Jaramijó aparece en general como un ligeramente inclinado hacia el mar, carácter heredado de una antigua plataforma marina en el cual se depositaron y conglomerados de (coquinas) durante el Pleistoceno (Cuaternario Terminal hasta nuestros días) estos depósitos son conocidos genéricamente

como Formación Tablazo, están normalmente consolidados y cementados con carbonato de calcio y pueden ser vistos en la superficies altas y planas de Jaramijó y la ciudad de Manta hasta los acantilados (farallones) de Jaramijó y sobre grandes tramos de la vía a Circunvalación. La potencia del Tablazo es de máximo 10m a 20m.(RipaldaNuques, 2008)

Bajo los depósitos planos del Tablazo, lo más común es encontrar la formación arcillosa Tosagua, fácilmente erosionable por el oleaje de pleamar, tal como ocurría frente al sitio del proyecto, hasta que se construyó el muro de escollera que conforma la calle del actual Malecón, deteniendo el avance de la agresiva erosión del mar a los farallones. También se encuentran en la zona, afloramiento de la formación Cayo (San Lorenzo) sean areniscas o basaltos. En el área del Cabo San Lorenzo, la formación Tablazo esta erosionada completamente, allí aparece directamente la formación San Lorenzo, la tendencia normal es hacia el Oeste se encuentran aflorando formaciones más antiguos como San Mateo o San Lorenzo. (RipaldaNuques, 2008)

Geología Local

En la parte inferior de los acantilados de Jaramijó aflora la formación arcillosa Tosagua del Mioceno inferior y en el borde superior se encuentran las calizas conchíferas y areniscas calcáreas de la formación Tablazo. Las rocas de la formación Tosagua de la base del acantilado se encuentran afectadas por fallamiento y un poco de plegamiento. Su disposición estructural no es muy visible en el sitio del puerto pesquero por cuanto se encuentra oculta por material caído del borde del acantilado y por restos de construcciones en otros sitios más alejados se observan capas con rumbo E-O aproximado y suaves buzamientos de 10° a 15° hacia el Norte. La formación Tablazo se presenta como una plancha horizontal con ligero buzamiento regional hacia el Norte.(RipaldaNuques, 2008)

Geomorfología de Costas

Las costas de Jaramijó son acantilados que conforman el tilo de una planicie disertada con altura promedio de alrededor de 30 msnn. La morfología de la costa de Jaramijó ha sido profundamente modificada por obras de protección contra el oleaje. En primer lugar hace unos 30 años se rectificó a nos 400m agua arriba – el cauce del río que desembocaba al Oeste de la actual zona protegida con enrocado (centro de la ciudad) cambiando el sitio de la desembocadura a unos 200m más al Oeste, para lograr esta rectificación se debió excavar un canal de dirección N-S de unos 100m de longitud que corto la línea del acantilado hasta la playa.(RipaldaNuques, 2008)

De este modo, los últimos 400 m del valle quedaron libre de la acción del río que antes bajaba con mucha energía solamente en los inviernos fuertes especialmente durante los fenómenos del El Niño y fueron habilitados como zona urbana recreativa, igualmente la playa en la antigua desembocadura quedó como única zona de balneario de la ciudad y esto porque el resto de la línea de costa hacia el Este incrementó la erosión y debió ser protegida con una malecón enrocado de unos 300m de longitud.En la parte del enrocado con acantilados más alto se observan varias construcciones cuyas cimentaciones han quedado en el aire por efecto de la erosión acumulada y consiguiente retroceso de la pared del acantilado, provocando el abandono de las casas.(RipaldaNuques, 2008)

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.3.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El problema que se plantea en esta investigación es:

¿De qué manera los Análisis comparativos de los métodos de Bishop y Jambuservirán para realizar la estabilización del acantilado noreste del sector Peñón Del Diablo ubicado en el Cantón Jaramijó?

1.3.2. SITUACIÓN ACTUAL DEL PROBLEMA

El fenómeno de erosión de la costa y retroceso del acantilado es un fenómeno natural que ha afectado siempre a la población de Jaramijó. Antiguamente, a ambos lados de la desembocadura del río se desarrollaban amplias plataformas de abrasión, mientras se desarrollaba una playa arenosa frente a la desembocadura, ahora cambiada de sitio hacia el Oeste. El efecto de este cambio no parece afectar el equilibrio antiguo entre erosión y sedimentación, lo más probable es que se incremente el ancho de la playa de la desembocadura mejorando las condiciones del único balneario de la población. El incremento de la erosión parece estar relacionado con los fenómenos de El Niño ya que es el oleaje erosivo del Norte que provoca la mayor dureza erosiva de los “Aguajes” cuando coincide con las mareas de sicigia de carácter extraordinario.

1.3.3. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

El presente trabajo de investigación se desarrollará mediante la realización de ensayos con el fin de conocer los Análisis comparativos de los métodos de Bishop y Jambuque servirán para realizar la estabilización del acantilado noreste del sector Peñón Del Diablo

1.4. OBJETIVOS

1.4.1.- OBJETIVO GENERAL

Analizar el comportamiento del perfil estratigráfico del acantilado Peñón Del Diablo mediante los métodos de “BISHOP y JAMBU” y determinar un mecanismo de cálculo para su estabilización.

1.4.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar en la zona Inestable del Peñón del Diablo los parámetros Geotécnicos de cálculos para su Estabilización.
2. Definir una metodología de cálculo para la estabilización de acuerdo a la diferente litología presente en el área.
3. Comparar los métodos de cálculo de estabilidad para su correcta aplicación a este tipo de morfología.

1.5. HIPÓTESIS

1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL

Analizando el comportamiento del perfil estratigráfico del acantilado Peñón Del Diablo mediante los métodos de “BISHOP y JAMBU” se podrá determinar el cálculo para su estabilización.

1.5.2.- HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

Determinando la zona Inestable del Peñón del Diablo se tendrá los parámetros Geotécnicos de cálculos para su Estabilización.

Definiendo una metodología de cálculo se realizara la estabilización de acuerdo a la diferente litología presente en el área.

Comparando los métodos de cálculo de estabilidad se tendrá su correcta aplicación a este tipo de morfología.

1.6. VARIABLES

1.6.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

LOS METODOS DE BISHOP Y JANBU

1.6.2. VARIABLE DEPENDIENTE

LA ESTABILIZACION

1.6.3. ESTABILIZACIÓN DEL ACANTILADO

A. CALIDAD

Estabilización de Acantilado Noreste del Sector Peñon del Diablo

B. CANTIDAD

Análisis Comparativo de los Métodos de Bishop yJanbu

1.7. MÉTODOS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

1.7.1. MÉTODOS

En el presente estudio de investigación se emplearon los métodos: Hipotético Deductivo, Bibliográfico, De Campo, Exploratorio y Sintético.

HIPOTÉTICO DEDUCTIVO: Se utilizará este método porque se partira de un caso en particular planteando un problema a través de un proceso de inducción y mediante el razonamiento deductivo se intentara validar la hipótesis.

BIBLIOGRÁFICO: Este método permitirá conocer, comparar, ampliar y deducir teorías para la fundamentación del debate teórico y Tecnico desarrollado con los resultados de la investigación.

DE CAMPO: Es fundamental para esta investigación, ya que permitirá un estudio sistemático al tratamiento de las variables, garantizando efectividad en la investigación con la aplicación de la observación directa en el Peñon del Diablo.

EXPLORATORIO: Permitirá describir el escenario que se investigara, determinando el espacio de acuerdo a la problemática.

SINTÉTICO: Este método se evidenciara en la redacción de las conclusiones de la investigación desarrollada.

1.7.2. TÉCNICAS

Como información experimental se utilizara aquellos datos obtenidos de los ensayos de laboratorio utilizando como base experimental los Métodos de Bishop y Jambu para la estabilización del acantilado, en esta investigación se hicieron ensayos como:

El perfil del estado natural y nivel freático;
Perfil de Grado Sísmico y Nivel Freático y
El Perfil de Grado Sísmico,
Nivel freático y Muro de gaviones.

Para efectuar la recolección de información se tomó como base lo siguiente:

LA OBSERVACIÓN. Porque es una técnica que consiste en observar atentamente lo que está aconteciendo en el sitio donde se realizara la investigación, tomar información y registrarla para su posterior análisis.

Los Instrumentos que podemos utilizar en la Observación son:

Fichas
Grabaciones
Fotografías

PROCESO DE RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Este proceso de investigación se la realizará de la siguiente manera

- ✓ Codificación de la información
- ✓ Tabulación de la información
- ✓ Recuento de la información

- ✓ Clasificación de la información
- ✓ Ordenamiento de la información
- ✓ Tablas y cuadros de la información

1.8. PROCESO Y METODOLOGÍA

Se realizara el estudio geotécnico que tiene por finalidad conocer las características del terreno que soportará la obra tanto en su fase de ejecución definiendo:

- ✓ La naturaleza de los materiales a excavar
- ✓ Modo de excavación y utilización de los mismos
- ✓ Los taludes a adoptar en los desmontes de la explanación
- ✓ La capacidad portante del terreno para soportar los rellenos y la estructura
- ✓ La forma de realizarlos y sus taludes, tanto en fase de obra como en fase de puesta en servicio previendo los asentos que puedan producirse y el tiempo necesario para que se produzcan
- ✓ Los coeficientes de seguridad que deben adoptarse
- ✓ Las medidas a tomar para incrementarlos caso de no ser aceptables
- ✓ Las operaciones necesarias para disminuir los asentos y/o acelerarlos

Se realizara la estabilización o mejora del peñón del Diablo.

Se realizaran operaciones cuyo objetivo sea aumentar la capacidad portante del terreno o su rigidez, es decir, la compactación, el drenaje, la pre-consolidación y la protección de la superficie contra la erosión y la infiltración de la humedad aunque en la actualidad se va restringiendo a la modificación de la composición del suelo.

Esta modificación suele consistir en la adición de materiales que mejoran la capacidad portante y reducen la permeabilidad del terreno. Uno de los métodos más utilizados es la inyección de una mezcla fluida que posteriormente fragua y endurece. Los principales tipos son:

- ✓ **IMPREGNACIÓN:** Sustitución del agua y/o gas intersticial en un medio poroso, por una lechada inyectada a una presión suficientemente baja, que asegure que no se producen desplazamientos significativos de terreno.
- ✓ **RELLENO DE FISURAS:** Inyección de lechada en las fisuras, diaclasas, fracturas o discontinuidades en general de formaciones rocosas.
- ✓ **RELLENO DE HUECOS:** Consiste en la colocación de una lechada, con un alto contenido de partículas, para el relleno de grandes huecos.
- ✓ **INYECCIÓN POR COMPACTACIÓN:** Consiste en un método de inyección con desplazamiento del terreno, en el cual se introduce un mortero de alta fricción interna en una masa de suelo.
- ✓ **FRACTURACIÓN HIDRÁULICA:** Consiste en la inyección del terreno mediante su fracturación por lechada, con una presión por encima de su resistencia a tracción y de su presión de confinamiento. También se denomina (hidrofracturación, hidrofisuración, “hidrojacking” o “claquage”).

Se realizara un correcto estudio del suelo en la zona de desplante y en las afectadas por el bulbo de tensiones de la misma tomando en cuenta:

Estabilidad. Que presente un coeficiente de seguridad adecuado, con un margen más que suficiente entre la capacidad de carga del terreno y la tensión real que transmite la cimentación. Seguridad frente a hundimiento y asientos.

Afecciones a construcciones vecinas. Que sus efectos no se noten más allá de los límites de la estructura y si lo hacen, que estos incrementos de tensión estén calculados para que sean asumibles por las estructuras vecinas.

Durabilidad. Que las indicaciones anteriores se prolonguen en el tiempo durante toda la vida útil del trabajo realizado, por lo que habrá de tenerse en cuenta cambios en el terreno debidos a variaciones en el nivel freático, deterioro de los hormigones por suelos agresivos, etc.

1.9. DISEÑO ESTADISTICO

El diseño estadístico se desarrollará con el detalle de los resultados de los ensayos de estabilidad, de acuerdo a como se vayan efectuando los ensayos en base a porcentajes y cuadros estadísticos.

CAPITULO 2
MARCO TEÓRICO

MARCO TEORICO

2.1.- MOVIMIENTO DE MASAS

Movimiento en masa" es un término geológico que engloba el rápido movimiento ladera abajo de rocas y partículas más finas gracias a la fuerza de la gravedad. Uno de los tipos más comunes de movimientos en masa que ocurren en la Tierra son los deslizamientos, pero también existen otros como caídas de rocas, flujo de derrubios, reptación y avalanchas. (Frank Chuang y Alfred McEwen. 2011).

Los deslizamientos y otros procesos de movimiento en masa requieren de algún tipo de mecanismo disparador para inducir al movimiento de las partículas bajo la acción de la gravedad. Algunos de estos mecanismos incluyen la expansión de fracturas en las rocas por el ciclo de hielo/deshielo, el incremento en la presión entre los poros (por el contenido en agua), por la eliminación de material menos resistente bajo una capa más consistente y por las vibraciones fuertes que se pueden producir desde arriba (por ejemplo, el impacto de un meteorito) o desde el subsuelo (como por ejemplo una erupción volcánica o un terremoto).(Frank Chuang y Alfred McEwen. 2011).

Son los desplazamientos de masas de suelo, causados por exceso de agua en el terreno y por efecto de la fuerza de gravedad.Los movimientos en masa son procesos esencialmente gravitatorios, por los cuales una parte de la masa del terreno se desplaza a una cota inferior de la original sin que medie ostensiblemente medio de transporte alguno, siendo tan solo necesario que las fuerzas estabilizadoras sean superadas por las desestabilizadoras. Este tipo de procesos gravitatorios se interrelacionan mutuamente con las precipitaciones altas, de tal forma que frecuentemente las lluvias torrenciales son causantes y/o precursoras de los movimientos en masa, ya que aumentan las fuerzas

desestabilizadoras y reducen la resistencia del suelo al deslizamiento.(Fernández Coronado. E, 2012 y Rivera Posada. s.f.)

Por lo general los movimientos masales toman nombres diversos (deslizamientos, derrumbes, coladas de barro, soliflucción, hundimientos desprendimientos y desplomes) (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Federacafé,1975), los cuales dependen del grado de saturación del terreno, velocidad del desplazamiento, profundidad de la masa desplazada y grado y longitud de la pendiente del terreno. Por tanto, Dolffus (1973) los agrupa con el nombre de golpes de cuchara, por sus dimensiones siempre pequeñas, profundidad escasa y su relación directa con la intervención del hombre. (Fernández Coronado. E, 2012 y Rivera Posada. s.f.)

Los eventos de movimiento de masa están sometidos a procesos erosivos y a movimientos de roca y suelo que se desplazan cuesta abajo. Estos procesos son conocidos como Fenómenos de Remoción en Masa y se deben a la intervención antrópica y/o a la pérdida de equilibrio natural de la ladera causada por aguas lluvias y/o sismos. Teniendo en cuenta que existen diferentes fenómenos de remoción en masa, que se diferencian entre sí por la forma en que las rocas y los suelos se rompen y desplazan a lo largo de las laderas, los más frecuentes en la región son los deslizamientos. (Plan de Desarrollo Cantón Jaramijó, 2012).

Los fenómenos de remoción en masa, así afecten áreas relativamente pequeñas, ocasionan grandes daños como pérdida total o parcial de viviendas, ruptura de las redes de servicios públicos de energía, alcantarillado y teléfono, taponamiento y obstrucción de vías, interrupción o congestión de servicios de salud y educación y pérdida de vidas humanas. De acuerdo a DesInventar V 6.3, en los registros de datos de desastres, se ha identificado solo un evento de

deslizamiento en el 2002, que mantuvo a 100 casa en peligro. (Plan de Desarrollo Cantón Jaramijó, 2012).

2.2.- TIPOS DE MOVIMIENTOS DE MASAS

Los movimientos masales, están gobernados por la Ecuación de Esfuerzo o Resistencia al Cortante Tangencial. Para el estudio de la estabilidad de una ladera contra los movimientos masales, se requiere estimar la resistencia del suelo ante la acción de esfuerzos de cortante tangencial, la cual consiste en la modelación física del fenómeno del deslizamiento y que permite establecer la resistencia máxima del suelo al movimiento de sus partículas; es decir: la fuerza que se opone al deslizamiento o resbalamiento del suelo sobre si mismo, la cual es impartida por las fuerzas cohesivas entre partículas y por la resistencia friccional entre estas cuando son forzadas a deslizarse (Suárez, 1998).

Consecuentemente, el esfuerzo cortante es importante en la capacidad de los fluidos (agua o viento) para causar erosión. La resistencia al cortante tangencial de los suelos tiene su efecto en el arranque de las partículas del suelo, erosión por cárcavas y en las orillas de los ríos y movimientos masales. (Márquez, 1984 citado por Fernández Coronado. 2012 y Rivera Posada. s.f.)

La teoría de Charles Auguste de Coulomb (propuesta en 1773) establece que un material falla cuando el esfuerzo cortante en una dirección iguala la resistencia al cortante en la misma dirección, lo cual depende de la cohesión y la fricción interna entre los granos del suelo, y está dada por la ecuación de Mohr-Coulomb:

El esfuerzo cortante, es definido por la siguiente ecuación, llamada la Ley de Coulomb,

$$(S = C + \sigma_n \tan \Phi)$$

Donde S es el esfuerzo cortante o resistencia al cortante tangencial, C es la cohesión del suelo, σ_n es el esfuerzo normal sobre un plano crítico, $\tan \Phi$ es el coeficiente de fricción y Φ es el ángulo de fricción interna del suelo (Lal, 1990). Terzaghi (1925), reportó la importancia de la presión de los poros con agua sobre el esfuerzo cortante. Existe una forma modificada de esta ecuación, llamada ecuación de esfuerzo cortante de Coulomb-Hvorslev (Hvorslev, 1937) (Márquez, 1984 citado por Fernández Coronado, 2012 y Rivera Posada, s.f.)

$$(S = C' + \sigma' \tan \Phi')$$

Donde C' es la cohesión efectiva del suelo (o efecto de la atracción entre partículas), σ' es el esfuerzo normal efectivo y $\tan \Phi'$ es el ángulo efectivo de la fricción normal. El esfuerzo efectivo es dado por

$$(\sigma' = \sigma - U)$$

Donde σ' es el esfuerzo efectivo o intergranular, σ es el esfuerzo total y U es la presión de los poros con agua.

Según Márquez (1984), cuando existen esfuerzos neutros en el suelo, una manera más conveniente de escribir la ecuación de Coulomb es:

$$(S = C + (\sigma - U) \tan \Phi)$$

Esta expresión matemática constituye sólo una simplificación muy grande de una relación compleja. Coulomb supuso que C y σ eran constantes e independientes una de la otra; sin embargo, no son ni lo uno ni lo otro. No obstante a pesar de su simplicidad, la ecuación de Coulomb ha venido siendo

usada actualmente, aún en análisis complicados relativos a la resistencia al cortante de los suelos. (Márquez, 1984 citado por Fernández Coronado. 2012 y Rivera Posada. s.f.)

2.3.- CAÍDA DE MASA

Según la ley de Newton dos cuerpos caerán sobre la tierra a la misma velocidad solo si tienen la misma masa. ¿Y qué pasa con el aire?. Pues el aire hace que los cuerpos se desaceleran (se frenen) por el rozamiento del cuerpo contra el aire según van cayendo, pero el rozamiento será mayor en cuerpos que tengan mayor superficie de contacto con el aire, es decir los cuerpos de mayor superficie, rozan más y caerán más despacio, aunque tengan igual masa, pues el aire hace que los cuerpos se desaceleran (se frenen) por el rozamiento del cuerpo contra el aire según van cayendo, pero el rozamiento será mayor en cuerpos que tengan mayor superficie de contacto con el aire, es decir los cuerpos de mayor superficie, rozan más y caerán más despacio, aunque tengan igual masa. (areencias . s.f.)

Caída de los cuerpos: Pues sí que la hemos liado, ahora dos cuerpos de igual masa ya no caen sobre la tierra a la vez, si no que depende, el de mayor superficie (o volumen) caerá más despacio por que roza más con el aire. Pues así es.

Conclusión a todo esto: Dos cuerpos caerán sobre la superficie de la tierra a la misma velocidad, solo si tienen la misma masa y el mismo volumen. Ahora bien si la distancia de caída es muy pequeña, la aceleración de los cuerpos (g) es muy pequeña, y aunque tuvieran distinta masa podrían caer casi a la vez.

Esto lo podemos comprobar con la moneda y el papel. Si soltamos a poca distancia la hoja de papel y la moneda, se verá que claramente, que cae mucho

más rápido la moneda, pero si ahora cogemos la hoja de papel y hacemos una bolita (disminuyendo su superficie) podremos apreciar que caen los dos casi a la vez (y eso que es la misma masa de papel). ¿Por qué? pues porque ahora al tener poca superficie de papel el aire frena mucho menos el papel. Prueba casi conseguida. Pero vamos a complicarlo un poco más. ¿Podríamos hacer que la hoja abierta (plana) cayera a la vez que la moneda? Pues síiii. ¿Cómo? según lo anterior solo nos haría falta estar en un medio en el que no hubiera aire, es decir en el vacío.(areaciencias . s.f.)

Lógicamente también haría falta que la influencia de la gravedad en uno y otro cuerpo fuera la misma, es decir que la caída fuera en corta distancia, para que no existiese casi aceleración (g).(areaciencias . s.f.)

2.4.- MOVIMIENTO DE ROTACIÓN Y TRASLACIÓN

MOVIMIENTO ROTACIONAL:

Deslizamientos rotacionales (rotational slides, slumps) La rotura se produce a lo largo de una superficie curvilínea y cóncava. El terreno experimenta un giro según un eje situado por encima del centro de gravedad de la masa deslizada. El material de cabecera efectúa una inclinación contra ladera, generando depresiones donde se acumula el agua e induce nuevas reactivaciones. Este tipo de mecanismo es característico de suelos cohesivos homogéneos y de macizos rocosos intensamente fracturados. En materiales arcillosos, especialmente si hay presencia de agua, el pie puede evolucionar hacia un deslizamiento de terrazo colada de tierras (Fernández Editores. 2011)

Además este mismo autor indica que los deslizamientos rotacionales, una vez producidos, son susceptibles de reactivación. El movimiento tiende a

estabilizarse por disminución del momento de giro y aumento del momento estabilizador, no obstante, cualquier cambio en las condiciones piezométricas o la remoción del pie pueden dar lugar a una nueva inestabilidad. Un diagnóstico equivocado de la geometría puede llevar a la adopción de medidas de estabilización ineficaz e incluso contraproducente:

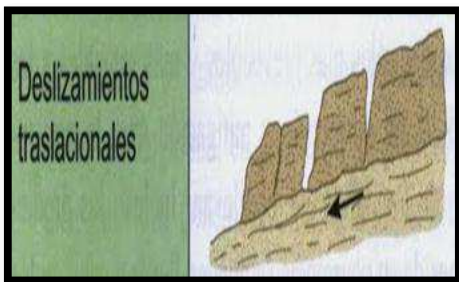


Ilustración 2: Deslizamientos traslacionales



Ilustración 3: Zona de estudio Deslizamiento traslacional

Como su nombre indica, el movimiento de traslación consiste en la trayectoria por la cual nuestro planeta da vueltas alrededor del Sol. Este movimiento está originado por la fuerza de la gravedad que nuestra estrella ejerce sobre la Tierra. Durante el transcurso de esa traslación se originan cambios, que al igual que sucede con la rotación, permiten que se pueda medir el tiempo. En su movimiento de traslación la Tierra tarda en girar alrededor del Sol 365 días, 5 horas y 48 minutos y eso da lugar a las estaciones del año. En su movimiento de rotación, la Tierra gira sobre su propio eje de Oeste a Este, es decir, en sentido contrario a las manecillas del reloj; este movimiento lo realiza cada 23 horas con 56 minutos y da lugar al día y a la noche. (Fernández Editores. 2011)

En términos generales, el clima es el resultado de los rayos solares sobre la atmósfera y la superficie de la Tierra. Los principales aparatos que sirven para medir las variaciones del clima son los barómetros (se usan para los pronósticos meteorológicos. El barómetro mide la presión atmosférica y es parecido a un termómetro: es un tubo de vidrio, sólo que está cerrado en la parte de arriba y abierto en la de abajo. Lo llenan de mercurio y lo colocan parado en una bandeja con mercurio. En la parte superior se hace un vacío que

hace que suba o baje el nivel de mercurio en el barómetro y eso es lo que indica la presión atmosférica), los termómetros (son tubos de vidrio que en la parte inferior tienen un pequeño depósito de mercurio; sirven para medir la temperatura) y los pluviómetros (miden la cantidad de lluvia).(Fernández Editores. 2011)

El clima tiene una gran influencia sobre la vida humana, la vida vegetal y la vida animal. Cuando hay mal clima ocurren inundaciones con las que se pueden perder desde cosechas y animales hasta vidas humanas. El hombre puede influir en el clima cuando altera o cambia su medio ambiente con contaminantes y productos químicos. A los seres humanos nos toca cuidar que nuestro medio ambiente no se *deteriore* ni se contamine porque de eso depende en gran parte la sobrevivencia de todos los seres vivos. (Fernández Editores. 2011)

2.5.- MOVIMIENTOS DE ROTACIÓN Y TRASLACIÓN Y SUS EFECTOS

MOVIMIENTO TRASLACIONAL

Deslizamientos traslacionales (translational slides) Tiene lugar a lo largo de una superficie de rotura plana u ondulada. La masa deslizada puede proseguir por la ladera. Los componentes de la masa desplazada se mueven a la misma velocidad y siguen trayectorias paralelas. A medida que un deslizamiento traslacional progresa puede romperse, en particular si aumenta la velocidad. Entonces, la masa disgregada deviene un flujo. (Cuadrado Márquez. 2013).

Deslizamientos traslacionales de bloques de suelo o roca sin apenas trocearse, sobre superficies únicas en macizos rocosos se han denominado resbalamientos (García Yagüe, 1966) o Deslizamientos planos (Hoek y Bray, 1981). Cuando la superficie de rotura está formada por dos planos que obligan a la masa rocosa contenida a desplazarse según la línea de intersección, se

forma un deslizamiento en cuña. Las roturas de cuñas no suelen alcanzar grandes dimensiones debido a que la intersección.(Cuadrado Márquez. 2013).

De planos de gran penetración en el macizo rocoso es infrecuente. Deslizamientos en los que la masa desplazada se trocea en su movimiento descendente y resulta una acumulación caótica de bloques al pie de la ladera, se denominan corrimientos. Cuando la rotura por cizalla tiene lugar en suelos no cohesivos constituidos por partículas gruesas, se denominan deslizamientos de derrubios(debrisslides). Mientras que la rotación tiende a restablecer el equilibrio en la masa desplazada, el deslizamiento traslacional puede mantenerse indefinidamente si la superficie de rotura es lo suficientemente inclinada y continua.(Cuadrado Márquez. 2013).



Ilustración 4: Deslizamiento rotacionales Ilustración 5: Zona de estudio Deslizamiento rotacionales

La Tierra da una vuelta sobre su eje cada 24 horas, girando de oeste a este. Esto se conoce como movimiento de rotación. Aun cuando no sentimos que la Tierra se mueva porque lo hace de manera suave, nos damos cuenta porque observamos el movimiento aparente de los astros a su alrededor, y sabemos que nuestro planeta gira sobre su eje, porque suceden el día y la noche, los cuerpos al caer se desvían hacia el este, los vientos y las corrientes marinas se desvían hacia la derecha de su punto de partida en el hemisferio norte hacia la

izquierda en el hemisferio sur, y porque no todos los lugares del mundo tienen la misma hora. (Cuadrado Márquez. 2013).

2.6.- FLUJOS O MAREAS

Se le llama marea al ascenso y descenso periódicos de todas las aguas oceánicas, incluyendo las del mar abierto, los golfos y las bahías. Estos movimientos se deben a la atracción gravitatoria de la Luna y el Sol sobre el agua y la propia Tierra. Esta fuerza de atracción gravitacional que ejercen el Sol y la Luna sobre las masas de agua en la Tierra, provoca una oscilación rítmica de estas masas de agua debido a la orbitación de la Tierra alrededor del Sol y de la Luna alrededor de la Tierra. Existen, por lo tanto, mareas causadas tanto por el Sol como por la Luna. (Cuadrado Márquez. 2013).

2.7.- GEOLOGÍA GENERAL DE LA COSTA

2.7.1.- MARCO GEOLÓGICO Y TECTÓNICO REGIONAL

La región costera del Ecuador geográficamente comprende toda el área al oeste de los Andes. Esta región incluye formaciones volcánicas, volcano-sedimentarias y sedimentarias, de edad Cretácico-Eoceno, sobre las que se han depositado las formaciones neógenas de ante-arco. En esta región se desarrollan cuatro cuencas sedimentarias de ante-arco con basamento oceánico y/o sedimentario; las cuales han sido rellenadas por espesas secuencias sedimentarias cenozoicas. (Dávila, 1990 citado por CELEC. s.f.).

Estas cuencas de ante-arco de norte a sur son:

Cuenca Neógena de Borbón o Esmeraldas, de eje noreste -suroeste y que continúa en Colombia con el nombre de Tumaco. Cuenca de Manabí de eje

noreste –suroeste. Cuenca Progreso de eje noreste –sureste. Cuenca Sumergida Jambelí. (Dávila, 1990 citado por CELEC. s.f.).

Los rasgos estructurales más importantes de la Costa Ecuatoriana se constituyen en límites de dichas cuencas.

Los ejes de las cuencas Borbón y Manabí son paralelos pero están desplazados por accidentes transversales (interpretados como fallas de desplazamiento sinistral) como son la Falla Esmeraldas (que separa la cuenca Borbón de la de Manabí) y la Falla de Bahía de Caráquez (que separa las subcuencas Manabí Norte de la Manabí Sur, localizándose el proyecto en esta última). La Cordillera Chongón -Colonche (CChC), separa la Cuenca de Manabí de la Cuenca Progreso, y está limitada por las fallas de rumbo sinistral Carrizal al noreste y La Cruz al suroeste, y por el levantamiento Santa Elena. Por último, la Cuenca Progreso está separada de la Cuenca Jambelí por la continuación de la Mega Falla Dolores -Guayaquil. (Dávila, 1990 citado por CELEC. s.f.).

El basamento cristalino de la Costa está constituido por rocas de la Formación Piñón, considerados como fragmentos de corteza oceánica acrecionada en el terciario inferior (Goossens y otros 1997 citado por CELEC. s.f.). Sobreyaciendo concordantemente a este zócalo basáltico, se encuentran los sedimentos pelágicos de la Formación Cayo del Senoniano-Maestrichtiano, considerados como piso oceánico suprayacente (Dávila, 1990 citado por CELEC. s.f.).

En la Costa Ecuatoriana, las rocas que conforman el prisma creacional son rocas que se depositaron en cuencas de talud de fosa en ambiente marino, cuyas edades van desde el Paleoceno al Eoceno. Estos depósitos fueron emplazados tectónicamente a su actual posición, mediante sucesivas fallas inversas escalonadas, como consecuencia de la subducción de la Placa

Oceánica Farallón y posteriormente Nazca. (Benítez, 1986 citado por CELEC. s.f.)

Al norte de la Cordillera Chongón-Colonche, en el prisma acrecional afloran principalmente rocas volcánicas de la Formación Piñón (localizada aproximadamente a 1 km al sur de la Subestación Montecristi) y en menor proporción volcánicos y sedimentos de la Formación Cayo. Al sur de la Cordillera Chongón-Colonche, el prisma acrecional está conformado principalmente por rocas deformadas del Grupo Azúcar del Paleoceno, rocas cretácicas como las de La Libertad y Salinas, y sedimentos turbidíticos eocénicos con menor deformación del Grupo Ancón. (Benítez, 1986 citado por CELEC. s.f.)

Durante el Cenozoico, a partir del Oligoceno Superior, en la región costanera del Ecuador se produce una sedimentación marina litoral. Los sedimentos se acumulan en cuencas subsidentes de ante-arco limitadas por rasgos estructurales heredados de la evolución geodinámica Paleógena, cuyo fin marca el término de las acreciones de terrenos exógenos y hace que el aspecto del territorio ecuatoriano sea muy similar a su aspecto actual, salvo por la altura que es una adquisición neógena (Marocco, 1991 citado por CELEC. s.f.).

Luego del hiato sedimentario del Oligoceno Inferior Medio, en el que se produjo el levantamiento general de la costa ecuatoriana, a partir del Oligoceno Superior Mioceno Inferior se forman las cuencas sedimentarias neógenas de ante-arco del Ecuador: Borbón, Manabí, Progreso y Jambelí limitadas por fallas y la Cordillera Chongón-Colonche, las cuales comienzan su relleno en el Oligoceno Superior Mioceno Inferior y continúan hasta el Plioceno. (Marocco, 1991 citado por CELEC. s.f.)

En general, estas cuencas tuvieron una evolución sedimentaria neógena semejante, con conglomerados gruesos a la base, seguidos por sedimentos

finos como areniscas, lutitas y tobas organizados en cuatro secuencias sedimentarias. Sus diferencias radican en el espesor de los sedimentos. El neógeno en la Costa es poco deformado, con unidades que muestran basculamientos y pliegues de alto radio de curvatura. No se han identificado discordancias angulares, lo que indica que la tectónica Cenozoica Superior no ha tenido efectos estructurales importantes en esta parte del país (Marocco, 1991 citado por CELEC. s.f.)

En general, la sedimentación terciaria estuvo controlada por una subsidencia diferencial continua, lo cual permitió la acumulación de sucesiones sedimentarias de gran espesor, aproximadamente 10,000 m en la Cuenca Progreso y Golfo de Guayaquil; 3,000 m en la Cuenca de Santa Elena; más de 9,000 m en la Cuenca Manabí; 10,000 m en la Cuenca Jambelí y al menos 4,000 m en la Cuenca Borbón. La Cuenca del Guayas es la más joven y se formó en el Neógeno Superior, con el levantamiento de las cordilleras costeras que originó un desplazamiento del eje de deposición hacia el este, dando como resultado potentes depósitos fluviales y de piedemonte (Robalino, 1988 citado por CELEC. s.f.).

Durante el cuaternario, movimientos epirogénicos provocaron la formación de terrazas bioclásticas marinas escalonadas denominadas Tablazos que consiste de por lo menos tres terrazas atribuidas al Pleistoceno, bien desarrolladas en las áreas de Manta, Santa Elena e Isla Puná (Baldock, 1982 citado por CELEC. s.f.).

2.8.- GEOMORFOLOGÍA

La región costanera se extiende al oeste de los Andes por debajo de los 600 msnm su anchura mayor de 180 km a la latitud de Guayaquil se reduce a 100 km al norte de Santo Domingo, y a una franja de 20 a 40 km en el sur. Las partes occidentales y nor-occidental presentan relieves altos y moderados constituidos por un macizo longitudinal o cordillera costanera, bien representado

al norte, entre Esmeraldas y Chone y al sur entre Portoviejo y Jipijapa con una dirección NNE –SSO y altitudes máximas entre 600 y 800 msnm. (CELEC-TRANSELECTRIC. s.f.)

A partir de Jipijapa, la cordillera toma la forma de un arco, y se caracteriza por un descenso gradual hacia Guayaquil al SE donde desaparece. De una parte y otra, la Cordillera Costanera está bordeada por relieves tabulares y colinados inferiores a 450 –600 m, más extensos e inclinados hacia el este. Relieves muy bajos y extensos valles aluviales ocupan el hiato de la cordillera entre Portoviejo y Chone. Al noreste del Río Esmeraldas, relieves bien disectados bajan suavemente desde el pie de la cordillera hasta el océano; la Península de Santa Elena y la Isla Puná, se caracterizan por zonas colinadas entre 100 y 200 msnm, cerros aislados y planicies bajas cerca del mar. (CELEC-TRANSELECTRIC. s.f.)

Al pie de los Andes se extiende una gran planicie de 80 Km de ancho. Está ligeramente disectada al norte cerca de Santo Domingo de la Tsachilas donde alcanza 600 msnm y baja suavemente hacia el NO (200 m en Quinindé) y hacia el sur (20 m en Babahoyo) donde es sustituida por una llanura aluvial entre 0 y 5 m, drenada por grandes ríos meándricos y parcialmente inundable, la Cuenca del Guayas que se prolonga por una estrecha faja hasta el Perú. (CELEC-TRANSELECTRIC. s.f.)

Las costas son de tres tipos:

- ✓ Costas acantiladas con pequeñas bahías, como las que se encuentran entre Manta y Manglaralto.
- ✓ Costas con pequeños acantilados y playas rectilíneas delanteras tales como las que se encuentran en la Península de Santa Elena e Isla Puná.

- ✓ Costas bajas de tipo deltáico con manglares en la cercanía de Valdez, Guayaquil y a lo largo de la costa sur.
- ✓ La geomorfología se encuentra relacionada con la litología de las formaciones, disminuyendo el relieve de oeste a este, de 600 a 10 m.
- ✓ En la zona donde se localiza el proyecto, geomorfológicamente puede dividirse en dos zonas:

a) La zona externa litoral caracterizada por tener los terrenos geológicos más antiguos. (CELEC-TRANSELECTRIC. s.f.)

En la parte sur de esta franja litoral se encuentran las prolongaciones norteñas de la cordillera húmeda de Chongón -Colonche hasta más al norte de Jipijapa. De aquí hacia el norte hasta la zona de Bahía de Caráquez las montañas litorales presentan grupos montañosos más bajos y macizos irregulares, rodeados por terrenos bajos. Esta última región es seca y la vegetación es xerofítica. En esta zona se localiza la Línea de Derivación y Subestación. b) La zona interior del área es extensa y está caracterizada por un relieve de mesetas disectadas y erosionadas por la red de drenaje. Toda esta zona es húmeda y está cubierta por una vegetación espesa y boscosa. (CELEC-TRANSELECTRIC. s.f.)

El sistema hidrográfico del área no está bien desarrollado. Las cuencas hidrográficas más importantes son las del Río Daule, Río Chone y Río Portoviejo, siendo esta la más cercana al Proyecto. La zona de mesetas erosionadas del interior del área constituyen el divorcio de agua entre la red hidrográfica del Río Daule que drena la zona hacia la cuenca del Río Guayas; y, las redes hidrográficas de las cuencas de los ríos Portoviejo y Chone que

desembocan en la costa pacífica. El resto de ríos que drenan a la costa son muy cortos y en la estación veraniega muchos de ellos se secan, es en las Cuencas de estos que se localiza el proyecto (Río Jaramijó y Río Burro). El patrón de drenaje de las cuencas hidrográficas es dendrítico y se desarrolló gracias a la presencia de los sedimentos sub-horizontales de la Cuenca de Manabí. (CELEC-TRANSELECTRIC. s.f.)

2.9.- LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO

Los Levantamientos Planimétricos, que comprenden el levantamiento de un(os) elementos o área(s), considerando todos los detalles considerados a un mismo nivel o plano, es decir que la componente altura de los mismos no es considerada, utilizados para el cálculo de áreas, catastro, estudio de linderos, entre otros. (Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar. 2011)

En planimetría se usan *cuatro métodos principales*. Es posible determinar la posición de un punto sobre un plano horizontal:

- ✓ a partir de un solo punto conocido, por levantamiento de *poligonales*, un método que consiste en medir distancias horizontales y azimut a lo largo de una línea quebrada ;
- ✓ a partir de un solo punto conocido, por *proyección radial*, un método que consiste en medir distancias horizontales y azimut, o ángulos horizontales ;
- ✓ a partir de una línea conocida, por *offset*, un método que consiste en medir distancias horizontales y trazar perpendiculares;
- ✓ a partir de dos puntos conocidos por *triangulación y/o intersección*, métodos que consisten en medir distancias horizontales y azimut, o ángulos horizontales. (FAO. 2013).

Los levantamientos planimétricos tienen por objetivo la determinación de las coordenadas planas de puntos en el espacio, para representarlos en una superficie plana: plano o mapa. Cada punto en el plano queda definido por sus coordenadas. Estas pueden ser polares (rumbo y distancia) o cartesianas: distancias perpendiculares a ejes cartesianos: X e Y o N y E. (UNSJ, 2004).

Los instrumentos topográficos permiten medir ángulos y distancias con las que se determinan las coordenadas de los puntos del espacio que se desea representar en el plano. Los métodos de levantamiento comprenden todas las tareas que se realizan para obtener las medidas de ángulos y distancias, calcular las coordenadas y representar a escala los puntos en el plano, con la precisión adecuada. Los métodos para el levantamiento planimétrico son los siguientes: triangulación, poligonación o itinerario, radiación e intersección. Los métodos de intersección son los siguientes: directa, lateral, inversa (Pothenet o resección) y Hansen. (UNSJ, 2004).

2.10.- LEVANTAMIENTO ALTIMÉTRICO

Los levantamientos altimétricos comprenden el levantamiento de la componente altura, representado en muchos casos por curvas de nivel y se utilizan en proyectos o estudio de riego, nivelación, drenajes, hidrología, entre otro. (Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar. 2011)

Planos

Plano es un término que procede del latín planus y que refiere a algo llano, liso o sin relieves. En el ámbito de la geometría, un plano es una superficie con

dichas características o un adjetivo que refiere a lo perteneciente o relativo al plano. En este sentido, un plano es un elemento que sólo cuenta con dos dimensiones y que alberga infinitos puntos y rectas. Puede nombrarse con una letra mayúscula. Por ejemplo: “La maestra nos pidió que ubiquemos tres puntos en el plano A y un segmento en el plano B”, “En el plano X, podemos ver cómo se cruzan ambas variables”.(Suarez, 1998).

Un plano, por otra parte, es una representación esquemática y a una cierta escala de una construcción, un terreno, una población, una máquina u otra cosa: “El arquitecto ya me mostró los planos de la casa: estoy muy entusiasmada”, “Necesitamos que la municipalidad apruebe los planos antes de iniciar la construcción”, “¿Tienes un plano de la ciudad? Quisiera saber si estamos lejos de la Catedral”.(Suarez, 1998).

2.11.- ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES

Mediante el cálculo de un factor de seguridad se procede al análisis de la estabilidad de cada talud, de forma que se pueda definir el tipo de medidas correctoras que deben ser aplicadas en caso de fallas potenciales. Para este procedimiento se vuelve necesario un estudio geológico y geomecánico de los materiales conformantes del talud, de los posibles mecanismos de rotura que pueden tener lugar y de los factores que influyen, condicionan y desencadenan las inestabilidades. (Suarez, 1998).

La estabilidad de un talud está determinada por factores geométricos (altura en inclinación), factores geológicos (presencia de planos y zonas de debilidad y anisotropía), factores hidrogeológicos (presencia de agua) y factores geotécnicos relacionados con el comportamiento mecánico del terreno. Todos estos factores pueden determinar la condición de rotura a lo largo de una superficie de falla. La probabilidad de rotura y los mecanismos de esta están

controlados principalmente por factores geológicos y geométricos, los cuales son intrínsecos a los materiales naturales. El factor de seguridad expresa la reducción que experimentan los índices de resistencia a cortante c y $\tan \theta$, para alcanzar un estado de equilibrio límite. (Armas y Horta, 2010).

Los cálculos para el factor de seguridad dependen de:

- a) La precisión de los parámetros mecánicos del suelo obtenidos en los ensayos de laboratorio para los estados de carga que son necesarios para el diseño del talud.
- b) El método de análisis de estabilidad utilizado en el cálculo del factor de seguridad.
- c) El método elegido para el análisis de estabilidad y la forma en que se definan los valores de las presiones intersticiales a usar en cada uno de ellos. (Armas y Horta, 2010).

2.12.- MÉTODOS DE ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES

Es necesario aclarar que el estado de esfuerzos en los diferentes puntos de la masa de suelo que constituye un talud es un problema no resuelto en totalidad; esto provoca que los procedimientos usuales de estabilidad estructural no puedan utilizarse, por lo que surge la necesidad de recurrir a métodos de tipo especial, llamados de Análisis de Equilibrio Límite. Estos métodos consisten en suponer un mecanismo de falla a través del talud y aplicar a dicho mecanismo los criterios de resistencia mecánica propios del material, de manera que, con tal resistencia existe la posibilidad de que el mecanismo supuesto llegue a suceder. (Armas, 2004).

En taludes siempre se ha imaginado que la falla ocurre como un deslizamiento de la masa de suelo, actuando como un cuerpo rígido, a lo largo de la superficie de falla supuesta. Al analizar la posibilidad de dicho suceso se admite que el suelo desarrolla en todo punto de la superficie de falla la máxima resistencia considerada. Para hacer un análisis de la estabilidad propia de cada talud en suelos que tienen cohesión y fricción es necesario dividir la masa que se va a deslizar en dovelas. Surge entonces la necesidad de resolver un problema indeterminado desde el punto de vista estático para encontrar el factor de seguridad para una superficie en deslizamiento cualquiera. (Armas, 2004).

2.13.- MÉTODO DE JANBU

Existen casos en que los factores de seguridad obtenidos a través de superficie de fallas circulares son demasiado optimistas y es necesario recurrir a superficies de deslizamiento compuestas. Para estos casos, una solución al problema consiste en la aplicación del método de N. Janbu (1954 y 1957), diseñado para superficies no necesariamente circulares. Supone que la interacción entre rebanadas es nula, pero a diferencia de Bishop, el método busca el equilibrio de fuerzas y no de momentos. (Armas, 2004).

Cálculos posteriores hacen ver que la interacción nula en el caso de equilibrio de fuerzas es demasiado restrictiva, por lo que se presente la necesidad de introducir un factor de corrección F_0 empírico al factor de seguridad. (Armas, 2004).

2.14.- COMPARACIÓN ENTRE LOS MÉTODOS DE ANÁLISIS

De los métodos presentados, la decisión de qué método utilizar depende de muchas variables, sobre todo de la geometría de la superficie de falla

estimada y de los parámetros del suelo. Los métodos que calculan el factor de seguridad son poco influenciados por las hipótesis referidas a la interacción que existe entre las rebanadas; es por eso que en el caso de superficies de falla circulares en suelos relativamente homogéneos e isotrópicos, el método de Bishop proporciona resultados bastante confiables. (Armas, 2004 y Ale, 2002).

En el caso de masas de suelo en el que existe diferentes estratos alternados con características geotécnicas diferentes será necesario el modelamiento de superficies de rotura no circulares. Inicialmente se puede empezar el análisis usando los métodos de Bishop y de Janbu para que después, definidas las condiciones críticas analizar con algunos de los métodos rigurosos. Fueron expuestas las condiciones de equilibrio estático con las que se aplica cada método; se establecerán 5 comparaciones a continuación: (Armas, 2004 y Ale, 2002).

1. El problema estático que se resuelve en el método de Bishop simplificado y Fellenius es del mismo orden y sólo se diferencian en la hipótesis que hacen sobre las fuerzas laterales.

2. El método de Bishop despreja la fricción lateral en la cara de la dovela, y el de Fellenius admite un β mayor a θ , siendo ambas hipótesis condiciones extremas del comportamiento del suelo.

Para el caso en que $u=0$, o su valor se considera en forma implícita en la solución, se usa la Figura 2.10

Puede apreciarse que en el caso del primero ambos coeficientes son funciones de F , por lo que se define una zona de valores acotados por las curvas de $F=1$ y $F=1.5$.

En suelos θ , el valor de ϵ de Bishop siempre es superior al de Fellenius, por lo que el valor del factor de seguridad de Bishop será consecuentemente mayor.

En los suelos $c-\theta$ la diferencia en el factor de seguridad de Bishop y Fellenius disminuye, pues el valor de η de Fellenius siempre será mayor que el de Bishop.

Este análisis indica que los métodos de Bishop y Fellenius deben ser usados simultáneamente para el cálculo con el fin de establecer el nivel probable de variación del factor de seguridad en un caso dado.

El de Fellenius indicando la frontera inferior y el de Bishop la superior. (Armas, 2002 y Ale, 2002).

Chugaev recomienda usar el método de Fellenius en taludes con $m > 2$ o 2.5, en presas de categoría 1 y 2

3. El análisis de taludes que han fallado ha permitido establecer que el factor de seguridad del método de Bishop se aproximan más a los reales que a los del método de Fellenius.

4. Cuando las presiones de poro se tratan en forma explícita en el análisis, el método de Fellenius resulta muy conservador y no se recomienda. Para estas situaciones debe recurrirse al método de Bishop.

5. El método de Fellenius y el de Bishop al ser casos extremos de análisis son útiles en función de las condiciones del terreno, pero para un estudio más complejo se pueden usar los de Janbu y Morgenstern-Price para un conocimiento más profundo de la superficie de falla. (Armas, 2004 y Ale, 2002).

2.15. MARCO REFERENCIAL

ANÁLISIS COMPARATIVOS.- Los análisis comparativos son estudios profesionales en laboratorio realizados por un conjunto numeroso de asociaciones de consumidores a escala mundial sobre productos de consumo (electrodomésticos, vehículos, alimentos, etc.) al objeto de publicar sus resultados en sus respectivas revistas de análisis comparativos, reduciendo el coste de su realización separadamente y aprovechando la gran similitud de productos, marcas y modelos en los mercados de estos países.

El análisis comparativo cualitativo puede ser definido como un método orientado a casos que permite el análisis formal y sistemático de la causalidad. Fue desarrollado con la finalidad de proveer herramientas que mejoraran el análisis empírico cuando el objetivo es la comparación de un reducido número de casos (N pequeña), cuya contrastación envuelve no obstante cierto grado de complejidad; como una manera de ayudar al investigador a representar y sintetizarlo que conoce de sus datos mejorando el diálogo entre las ideas y la evidencia empírica.

MÉTODOS DE BISHOP.- Bishop (1954) propuso un método cuya solución es una refinación al método de Fellenius. Considera una superficie de falla cilíndrica y una masa de suelo que gira sobre un punto, el cual corresponde al centro del círculo que define la superficie de falla. No considera la fricción entre dovelas, solamente las fuerzas normales a éstas. Considerando que se establece el equilibrio vertical de todas las fuerzas que actúan sobre cada dovela, y que el factor de seguridad es la relación entre la sumatoria de los momentos resistentes y la sumatoria de los momentos actuantes, se tiene:

$$FS = \frac{1}{\sum(W \operatorname{sen} \alpha)} \left(C \beta + W \tan \phi \left(\operatorname{cosa} + \frac{\operatorname{sen} \alpha \tan \phi}{FS} \right) \right)$$

Dónde:

C Cohesión del suelo

Φ Angulo de fricción del suelo

β Longitud de la superficie de falla

W Peso de la dovela

Ilustración 6: Formula para obtener el factor de seguridad de un talud

Como el factor de seguridad está implícito en la ecuación, el método se reduce a una solución mediante tanteos. Con la aplicación de la informática esta acción se puede resolver de manera sencilla. Kering(1995) propuso una gráfica que auxilia en la solución al asignar valores al coeficiente

$$\operatorname{COS} + \frac{\operatorname{sen} \alpha \tan \phi}{FS}$$

En la figura 1 se muestra el diagrama de cuerpo libre y el polígono de fuerzas considerado por el método simplificado de Bishop. (Castañón, 2011).

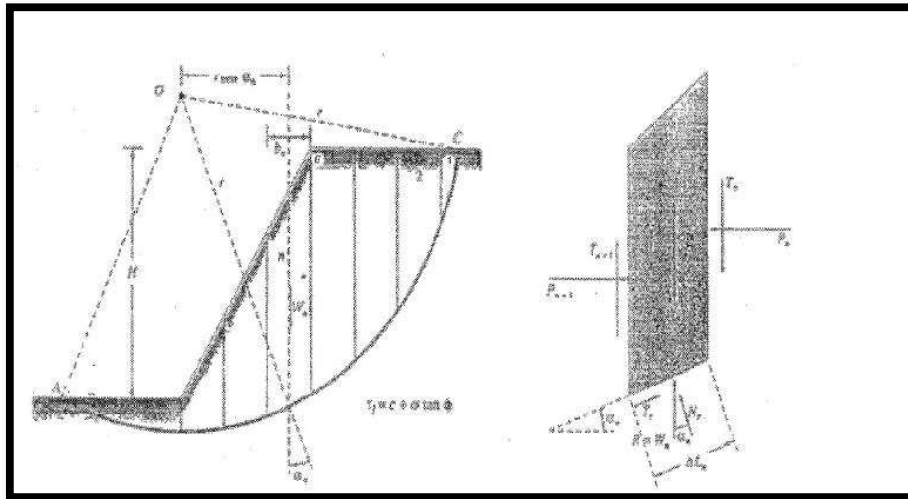


Ilustración 7: Diagrama de cuerpo libre y polígono de fuerzas aplicado en el método de Bishop modificado

MÉTODOS DE JANBU.- El método de Janbu simplificado, Fredlund y Krahn (1997), similar al de Bishop modificado, con la diferencia de que toma en cuenta el equilibrio de fuerzas horizontales, mientras que Bishop modificado considera equilibrio de momentos. El método toma en cuenta las fuerzas normales generadas entre las dovelas, sin considerar las fuerzas de fricción generadas entre estas:

$$FS = \frac{(\sum c l(\cos\alpha) + (P - ul)\tan\phi\cos\alpha)}{\sum P(\sin\alpha) + \sum kW \pm A - L\cos\alpha}$$

Dónde:

- FS Factor de seguridad
- C Cohesión del suelo
- ϕ Angulo de fricción del suelo
- l Longitud de la superficie de falla
- W Peso de la dovela

α	Inclinación de la superficie de falla
P	Fuerza normal total en la base de las dovelas
u	Presión de poro
A	Carga uniforme en la superficie del talud
k	Coefficiente sísmico
I	Carga uniformemente repartida

ESTUDIO GEOTECNICO.- Se puede definir como conjunto de actividades que comprenden la investigación del subsuelo, los análisis y recomendaciones para el diseño y construcción de la obra que tenga contacto con el suelo. Investigación del subsuelo: es aquel que comprende el estudio y conocimiento del origen geológico, la exploración y los ensayos de Campo y laboratorio. Análisis y recomendaciones: interpretación técnica conducente a la caracterización del subsuelo y la evaluación de posibles mecanismos de falla para suministrar los parámetros y las recomendaciones necesarias para el diseño y la construcción de las cimentaciones y otras obras relacionadas con el subsuelo. (Publicado por Estudio de Suelos de los mejores)

TIPOS DE ESTUDIOS

HAY TRES CLASES DE TIPOS DE ESTUDIO DE SUELOS.

1. ESTUDIO GEOTÉCNICO PRELIMINAR: Este se define así porque es para aproximarse a las características geotécnicas del terreno, con el fin de establecer las condiciones que limitan su aprovechamiento y parámetros generales para la elaboración de un proyecto.

1.1 contenido.

1.2 obligatoriedad del estudio geotécnico preliminar.

2. ESTUDIO GEOTÉCNICO DEFINITIVO. Para un proyecto específico, en el cual el ingeniero geotécnico debe consignar todo lo relativo a las condiciones físico-mecánico del subsuelo y las recomendaciones particulares para el diseño y construcción de todas las obras relacionadas conforme a las normas contenidas en el título. Contenido del proyecto, del subsuelo, de los análisis geotécnicos, de las recomendaciones para el diseño, de las recomendaciones para construcción y anexos.

3. ESTUDIO DE ESTABILIDADES DE LADERAS: donde las condiciones geológicas hidráulicas y de pendiente lo exijan, se deben realizar estudios particulares de estabilidad de laderas cuando se hayan incluido como parte de los estudios geotécnicos preliminares o definitivos.

3.1 Obligación de estudios de laderas.(Francis 9 de junio del 2012)

MECÁNICA DE SUELO.- El objetivo principal de la Mecánica de Suelos es estudiar el comportamiento del suelo para ser usado como material de construcción o como base de sustentación de las obras de ingeniería. La importancia de los estudios de la mecánica de suelos radica en el hecho de que si se sobrepasan los límites de la capacidad resistente del suelo o si, aún sin llegar a ellos, las deformaciones son considerables, se pueden producir esfuerzos secundarios en los miembros estructurales, quizás no tomados en consideración en el diseño, produciendo a su vez deformaciones importantes, fisuras, grietas, alabeo o desplomos que pueden producir, en casos extremos, el colapso de la obra o su inutilización y abandono.(Fonseca Herrera, 1995)

En consecuencia, las condiciones del suelo como elemento de sustentación y construcción y las del cimiento como dispositivo de transición entre aquel y la estructura, han de ser siempre observadas, aunque esto se haga en proyectos

pequeños fundados sobre suelos normales a la vista de datos estadísticos y experiencias locales, y en proyectos de mediana a gran importancia o en suelos dudosos, infaliblemente, al través de una correcta investigación de mecánica de suelos. La Mecánica de Suelos se interesa por la estabilidad del suelo, por su deformación y por el flujo de agua, hacia su interior, hacia el exterior y a través de su masa, tomando en cuenta que resulte económicamente factible usarlo como material de construcción. (Fonseca Herrera, 1995)

A un ingeniero le interesa identificar y determinar la conveniencia o no de usar el suelo como material para construir rellenos en caminos, canales de conducción y distribución de los sistemas de riego, obras hidráulicas, entre otros. Para esto es necesario obtener muestras representativas del suelo que se someten a pruebas de laboratorio, tomando en cuenta que el muestreo y los ensayos se realizan necesariamente sobre pequeñas muestras de población, es necesario emplear algún método estadístico para estimar la viabilidad técnica de los resultados. El ingeniero pronosticará las características de carga-deformación de rellenos naturales o compactados, que soportan cualquier construcción o como estructura de suelo. (Fonseca Herrera, 1995)

COHESIÓN.- Es la atracción entre partículas, originada por las fuerzas moleculares y las películas de agua. Por lo tanto, la cohesión de un suelo variará si cambia su contenido de humedad. La cohesión se mide kg/cm^2 . Los suelos arcillosos tienen cohesión alta de $0,25 \text{ kg/cm}^2$ a 1.5 kg/cm^2 , o más. Los suelos limosos tienen muy poca, y en las arenas la cohesión es prácticamente nula. Los tipos de ensayos para determinar la resistencia al esfuerzo cortante de los suelos en Laboratorio son: Corte Directo, Compresión Triaxial, Compresión Simple. (Fonseca Herrera, 1995)

COMPRESION TRIAXIAL.- El ensayo Triaxial constituye el método más versátil en el estudio de las propiedades esfuerzo-deformación. Con este

ensayo es posible obtener una gran variedad de estados reales de carga. Esta prueba es la más común para determinar las propiedades esfuerzo-deformación. Una muestra cilíndrica de un suelo es sometida a una presión de confinamiento en todas sus caras. A continuación se incrementa el esfuerzo axial hasta que la muestra se rompe. Como no existen esfuerzos tangenciales sobre las caras de la muestra cilíndrica, el esfuerzo axial y la presión de confinamiento, son los esfuerzos principal mayor y principal menor respectivamente. Al incremento de esfuerzo axial, se denomina esfuerzo desviador. (Fonseca Herrera, 1995)

Angulo de Fricción interna.- El ángulo de fricción interna es una propiedad de los materiales granulares para permanecer en un estado sin deslizarse. Para determinar el ángulo esta es la práctica más fácil y común. Este dato es muy importante en el cálculo de la mecánica de suelos, ya que nos ayuda a determinar valores tales como la fuerza de empuje que ejerce el suelo sobre un elemento determinado. Y también la capacidad que tiene el suelo de soportar un estado de reposo sin deslizarse. El ángulo de fricción interna se obtiene por medio de los ensayos de corte directo y triaxial. (CARDONA, s.f.)

ENSAYO TRAXIAL.- En una prueba de compresión, una muestra de suelo que está sujeta a fuerzas compresivas que actúa en tres direcciones, en ángulos rectos entre sí, respectivamente; uno en la dirección longitudinal, los otros dos lateralmente. Los tres planos perpendiculares sobre los cuales estas tensiones actúan, son conocidos como los planos principales, y las tensiones como las tensiones principales. Muchos de los problemas de mecánica de suelos son considerados en dos dimensiones, y solo son usadas las tensiones principales mayor y menor. A la influencia de la tensión principal intermedia se le resta importancia. (CARDONA, s.f.)

PRESION DE POROS.- En un material agregado como el suelo, la presión de poros es la presión del agua que llena los espacios vacíos. Ocurre que cuando esa presión llega a cierto valor, el suelo se vuelve inestable, debido a que las partículas pierden cohesión entre sí. La presión de los poros de agua por debajo del nivel freático se mide por piezómetros.(CARDONA, s.f.)

PIEZOMETROS.- Los piezómetros son comúnmente utilizados para medir la presión del agua que puede ser inducida durante la construcción de la presa. Se utilizan también para medir la presión del agua y el nivel de la superficie freáticas causadas por la infiltración del agua a través de porciones relativamente permeables del terraplén y la fundación. Dichas mediciones pueden llegar a ser críticas debido a posible tubificación u otras condiciones de inestabilidad o infiltración inducida, tales como elevaciones excesivas de la presión hidrostática. Los piezómetros pueden ser diseñados para operar como sistemas abiertos o cerrados.Las celdas de presión total se utilizan para monitorear la presión estática total que actúa sobre una superficie plana y ayudan a definir la magnitud de esfuerzos principales en terraplenes y contra conducciones, estructuras de operación, fundaciones y paredes de retención. (CARDONA, s.f.)

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES.- Los análisis de estabilidad de taludes y laderas usualmente se hacen por el método de equilibrio límite en el que se compara la magnitud de las fuerzas que tienden a movilizar la masa de suelo con las fuerzas que se desarrollan en el interior de este debido al desarrollo de su resistencia al cortante. Las primeras son caracterizadas como fuerzas motrices y son una función del volumen y del peso unitario de la masa de suelo potencialmente inestable; las segundas son caracterizadas como fuerzas resistentes y son una función del área de la superficie de deslizamiento, de los parámetros de resistencia al corte del suelo y de la presión intersticial en la masa del suelo o de la roca en el nivel de dicha superficie. (Hoyos, 2014)

2.16. Diseño Metodológico

2.16.1. UBICACIÓN

Jaramijó conocido como "Caleta de Pescadores". Se ubica en una ensenada frente al Océano Pacífico, hacia el oeste de la Provincia de Manabí. Su formación ecológica según el sistema de Holdrige; es un bosque tropical muy seco. Su economía está basada en la Pesca, Industria y Turismo. Haciendo un breve recorrido por el maravilloso Cantón Jaramijó podemos observar frente a la costa gran cantidad de embarcaciones pequeñas que es un atractivo turístico para el visitante, en su interior se encuentran los pozos de aguas azufradas, con propiedades curativas y hacia el norte están las playas de arena dura, aguas calmadas, piscinas rocosas y cerros con elevaciones que no pasan los 150 m.s.n.m, y los más candentes en la Bahía de Punta de Jaramijó. Limita al norte, con el Océano Pacífico; al sur, con Montecristi; al este, con Portoviejo y al oeste con Manta.

POBLACIÓN: 18.000 habitantes (aproximadamente)

Temperatura Promedio: 25°C

Superficie: 96.8 Km²

Parroquias: No posee parroquias.

2.16.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS Y EDÁFICAS

El Cantón Jaramijó se localiza hacia el sector oeste de la provincia de Manabí. Su ubicación geográfica se sitúa de la siguiente manera: 9'896.000 a 9'895.000

longitud este y 540 a 541 latitud norte, referidas al meridiano de Greenwich y al paralelo cero o línea ecuatorial, respectivamente.

Geográficamente la Cabecera cantonal de Jaramijó está ubicada a 0° 55' 31" de Latitud Sur, y 80° 29' 16" de longitud occidental.

CLIMA: Temperatura media anual de 25 a 29 °C.

2.7.3. TIPO DE ESTUDIO

Para el desarrollo de esta investigación se utilizará un estudio numérico y experimental, que permite determinar cuál de los dos métodos dan mejor estabilidad al acantilado, ensayos que se realizarán para mejorar el nivel de estabilidad del acantilado y preservar la vida de las personas que habitan en el lugar.

CAPITULO 3
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS E
INTERPRETACIÓN

3.1. DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS

3.1.1.- DETERMINAR EN LA ZONA INESTABLE DEL PEÑÓN DEL DIABLO LOS PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DE CÁLCULOS PARA SU ESTABILIZACIÓN.

Se efectuó la toma de datos referenciales en el área de influencia con la finalidad de conocer la composición física y química del suelo.

Las muestras de suelo fueron tomadas, colocadas en recipientes idóneos para el efecto, se identificaron y posteriormente se trasladaron al Laboratorio de Suelos y Hormigón de la Facultad de Ingeniería Civil de la universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Seguidamente las muestras fueron registradas y llevadas cada una para su respectivo análisis y posteriormente tomada de datos de los resultados que dieron los análisis.

3.1.2.- DEFINIR UNA METODOLOGÍA DE CÁLCULO PARA LA ESTABILIZACIÓN DE ACUERDO A LA DIFERENTE LITOLOGÍA PRESENTE EN EL ÁREA.

Se hizo la respectiva búsqueda de información teórica que sustente la utilización del método de Bishop para ser aplicado en los cálculos de estabilización de la zona conocida como Peñón del Diablo.

MÉTODO DE BISHOP

El método de simplificación Bishop, asume que no hay ninguna fuerza X_i entre bloques. El método se basa en satisfacer la ecuación del momento de equilibrio y la ecuación de equilibrio de fuerzas verticales.

El factor de seguridad FS se encuentra entre la iteración sucesiva de la siguiente expresión:

$$FS = \frac{1}{\sum_i W_i \cdot \sin \alpha_i} \cdot \sum_i \frac{c_i \cdot b_i + (W_i - u_i \cdot b_i) \cdot \tan \varphi_i}{\cos \alpha_i + \frac{\tan \varphi_i \cdot \sin \alpha_i}{FS}}$$

Dónde: u_i - Presión de poros entre bloques
 c_i, φ_i - Valores efectivos de parámetros de suelos
 W_i - Peso del bloque
 α_i - Inclinação del segmento de la superficie de deslizamiento
 l_i - Longitud horizontal del bloque

De igual manera se hizo con el método de Janbu, con la finalidad de darle sustento técnico y científico a la comparación que se realizó.

MÉTODO DE JANBU

El método Janbu es un método general de cortes realizados en la base del equilibrio límite. Debe satisfacer el equilibrio de fuerzas y momentos actuando en bloques individuales (El único que no se satisface es el momento de equilibrio en el último bloque superior). Los bloques son creados dividiendo el suelo sobre la superficie terrestre dividiendo planos. Las fuerzas actuando en

bloques individuales se muestran en la siguiente figura. (Janbu, 1954; Janbu, 1973 y FINE, 2014).

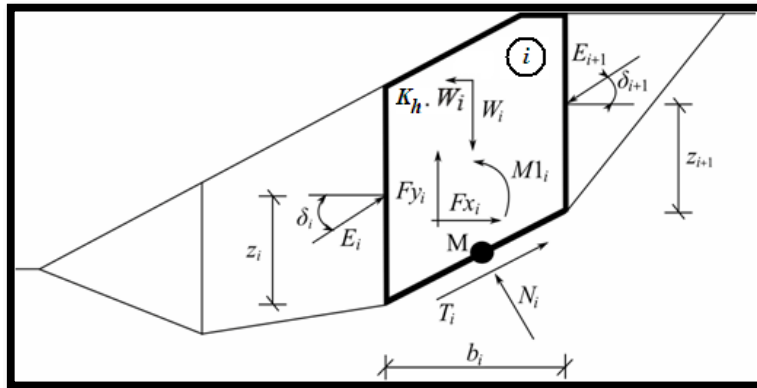


Ilustración 8: Esquema estático - Método Janbu

Esquema estático – Método Janbu

Cada bloque se asume para contribuir a las siguientes fuerzas:

- W_i - Peso del bloque, incluyendo material de sobrecarga que tenga el carácter del peso incluyendo la influencia del coeficiente vertical de sismo K_v
- $K_h * W_i$ - Fuerza de inercia horizontal que representa el efecto del sismo K_h , es el factor de la aceleración horizontal durante el sismo
- N_i - Fuerza normal en la superficie de deslizamiento
- T_i - Fuerza de corte en la superficie de deslizamiento
- E_i, E_{i+1} - Fuerzas ejercidas por cuerpos vecinos, inclinados desde el plano horizontal por el ángulo δ_i , resp. δ_{i+1} , y yacen a la altura z_i , resp. z_{i+1} , sobre la superficie de deslizamiento
- F_{x_i}, F_{y_i} - Otras fuerzas horizontales y verticales actuando en el bloque
- $M1_i$ - Momento desde las fuerzas F_{x_i}, F_{y_i} rotando sobre un punto **M**, el cuál es

el centro del segmento de la superficie i^{th}

U_i - Presión de poro resultante en el segmento de la superficie i^{th}
(Janbu, 1954; Janbu, 1973 y FINE, 2014).

Los siguientes supuestos se introducen en el método Janbu para calcular el límite de equilibrio de las fuerzas y momento de los bloques individuales:

- ✓ Los planos divididos entre bloques son siempre verticales
- ✓ La línea de acción de peso del bloque W_i pasa por el centro del segmento i^{th} de la superficie de deslizamiento representada por el punto M
- ✓ La fuerza normal N_i actúa en el centro del segmento i -th de la superficie de deslizamiento, en el punto M
- ✓ La posición z_i de la fuerza E_i actuando entre bloques, se asume en la superficie de deslizamiento en el punto extremo como $z = 0$

La elección de la posición z_i puede ser una influencia significativa en la convergencia del método. Si se toma una mala suposición de la posición z_i para una superficie dada, puede ser imposible satisfacer las condiciones de equilibrio (el algoritmo puede no converger). Las alturas z_i sobre la superficie de deslizamiento se establecen aproximadamente a un tercio de la altura de la interfaz entre bloques. En caso de que no se satisfagan el algoritmo de condiciones de equilibrio, cambiar la altura a una posición diferente, ejemplo: ligeramente superior en la posición pasiva, cerca de la punta, mas bajo en la zona activa, cerca de la cresta de la pendiente. (Janbu, 1954; Janbu, 1973 y FINE, 2014).

La solución adopta la siguiente expresión:

$$N_i = N'_i + U_i$$

$$T_i = (N_i - U_i)\tan\varphi_i + \frac{b_i}{\cos\alpha_i} = N'_i \cdot \tan\varphi_i + c_i \frac{b_i}{\cos\alpha_i}$$

$$N'_i + U_i - W_i \cdot \cos\alpha_i + K_h \cdot W_i \cdot \sin\alpha_i + Fy_i \cdot \cos\alpha_i - Fx_i \cdot \sin\alpha_i +$$

$$U_{i+1} \cdot \sin(\alpha_i - \delta_{i+1}) - E_i \cdot \sin(\alpha_i - \delta_i) = 0$$

$$N'_i \cdot \frac{\tan\varphi_i}{FS} + \frac{c_i}{FS} \cdot \frac{b_i}{\cos\alpha_i} - W_i \cdot \sin\alpha_i - W_h \cdot W_i \cdot \cos\alpha_i + Fy_i \cdot \sin\alpha_i +$$

$$Fx_i \cdot \cos\alpha_i - E_{i+1} \cdot \cos(\alpha_i - \delta_{i+1}) + E_i \cdot \cos(\alpha_i - \delta_i) = 0$$

$$E_{i+1} \cdot \cos\delta_{i+1} \left(z_{i+1} - \frac{b_i}{2} \tan\alpha_i \right) - E_{i+1} \cdot \sin\delta_{i+1} \cdot \frac{b_i}{2} -$$

$$E_i \cdot \cos\delta_i \left(z_i - \frac{b_i}{2} \tan\alpha_i \right) - E_i \cdot \sin\delta_i \cdot \frac{b_i}{2} +$$

$$M1_i - K_h \cdot W_i (y_i - y_{gi}) = 0$$

Ilustración 9: Ecuación que representa la relación entre valores de la tensión efectiva y total de la fuerza actuando en la superficie de deslizamiento

Ecuación (1) representa la relación entre los valores de la tensión efectiva y total de la fuerza normal actuando en la superficie de deslizamiento. Ecuación (2) corresponde a las condiciones Mohr-Coulomb representando la relación entre la fuerza normal y la fuerza de corte en un segmento dado de la superficie de deslizamiento. Ecuación (3) representa la ecuación de la fuerza de equilibrio en dirección a la normal al segmento i^{th} en la superficie de deslizamiento. Mientras que la ecuación (4) representa el equilibrio a lo largo del segmento i -th en la superficie de deslizamiento. FS es el factor de seguridad, el cual es utilizado para reducir los parámetros del suelo. Ecuación (5) corresponde a la ecuación de momento de equilibrio sobre el punto M, donde y_{gi} es la

coordenada vertical en el punto de aplicación del peso del bloque y y_M es la coordenada vertical del punto M. (Janbu, 1954; Janbu, 1973 y FINE, 2014).

Modificando la fuerza de equilibrio de la ecuación (3) y (4) se obtiene la siguiente fórmula recursiva (6):

$$E_{i+1} = \frac{[(W_i - Fy_i). \cos a_i - (K_h \cdot W_i - Fx_i). \sin a_i - U_i + E_i. \sin(a_i - \delta_i)]. \frac{\tan \phi_i}{FS}}{\sin(a_i - \delta_{i+1}). \frac{\tan \phi_i}{FS} + \cos(a_i - \delta_{i+1})} + \frac{\frac{c_i}{FS} \cdot \frac{b_i}{\cos a_i} - (W_i - Fy_i). \sin a_i - (K_h \cdot K_i - Fx_i). \cos a_i + E_i. \cos(a_i - \delta_i)}{1}$$

Ilustración 10: Fórmula recursiva

Esta fórmula permite calcular todas las fuerzas E_i actuando entre los bloques para un valor dado de δ_i y FS. Esta solución asume que en el origen de la superficie de deslizamiento el valor E es conocido e igual a $E_i = 0$.

La fórmula para calcular los ángulos δ_i (7) proviene de la ecuación de equilibrio (5) como:

$$\delta_{i+1} = \arctan\left(\frac{2 \cdot z_{i+1}}{b_i} \tan a_i\right) - \arcsin \frac{E_i \left(\cos \delta_i \left(z_i - \frac{b_i \tan a_i}{2} \right) + \sin \delta_i \cdot \frac{b_i}{2} \right) - M1_i}{E_{i+1} \sqrt{\left(z_{i+1} + \frac{b_i \tan a_i}{2} \right)^2 + \left(\frac{b_i}{2} \right)^2}}$$

Ilustración 11: Fórmula para calcular los ángulos

Esta fórmula permite el cálculo para un valor dado de δ todos los brazos de z de fuerzas actuando entre bloques, conociendo el valor izquierdo en una superficie de deslizamiento original, donde $Z1 = 0$. (Janbu, 1954; Janbu, 1973 y FINE, 2014).

El factor de seguridad FS es determinado empleando el siguiente proceso de interacción:

1. Los valores iniciales de los ángulos se establecen como $\delta_i = 0$ y las posiciones z_i aproximadamente a un tercio de la altura de la interfaz.
2. El factor de seguridad FS para un valor de δ_i dado, surge de la ecuación (6), mientras se asume el valor de $E_{n+1} = 0$ en el extremo de la superficie de deslizamiento.
3. Los valores de δ_i son proporcionados por la ecuación (7) utilizando los valores de E_i determinados en el paso previo.
4. Los pasos 2 y 3 se repiten hasta que el valor de FS no cambia.

Es necesario evitar las soluciones inestables para que el proceso de iteración sea exitoso. Estas inestabilidades ocurren cuando toma lugar la división por cero en la expresión (6) ejemplo:

$$FS = \tan\varphi_i \cdot \tan(\delta_{i+1} - \alpha_i)$$

Ilustración 12: Formula Factor de seguridad

Otra comprobación para prevenir inestabilidad numérica es la verificación de parámetros m_α – se satisface siguiendo las siguiente condición.

$$m_\alpha = \cos\alpha_i + \frac{\sin\alpha_i \cdot \tan\varphi_i}{FS} > 0,2$$

Ilustración 13: Formula para la verificación de parámetros m_α

Por lo tanto, antes de ejecutar la iteración es necesario encontrar el valor crítico mas alto de FS_{\min} que satisfaga las condiciones antes mencionadas. Los

valores por debajo de éste valor crítico FS_{min} se encuentran en un área de solución inestable, por lo que la iteración comienza estableciendo FS a un valor por encima de FS_{min} y todos los valores resultantes de FS de las iteraciones ejecutadas son mayores a FS_{min} .

Generalmente los métodos rigurosos convergen mejor que los métodos simples (Bishop, Fellenius). Ejemplos con problemas convergentes incluyen dos secciones de superficie de deslizamiento empinada, geometría compleja, salto significativo en sobrecargas etc. Si no se obtiene resultado, recomendamos un pequeño cambio en los datos de entrada, ejemplo: superficie de deslizamiento menos empinada, ingreso de más puntos dentro de la superficie de deslizamiento, etc. o utilizar alguno de los métodos simples. (Janbu, 1954; Janbu, 1973 y FINE, 2014).

Seguidamente y con toda la información y parámetros que se tomaron en cuenta se procedió a realizar los cálculos para la estabilización del sector Peñón Del Diablo.

3.1.3.- COMPARAR LOS MÉTODOS DE CÁLCULO DE ESTABILIDAD PARA SU CORRECTA APLICACIÓN A ESTE TIPO DE MORFOLOGÍA.

Se realizó la toma de datos para sacar el perfil del estado natural y nivel freático, con el método de Bishop y Janbu

Se efectuó el cálculo del Perfil de Grado Sísmico y Nivel Freático, con el método de Bishop y Janbu

Se determinó el Perfil de Grado Sísmico, Nivel freático y Muro de gaviones, con el método de Bishop y Janbu.

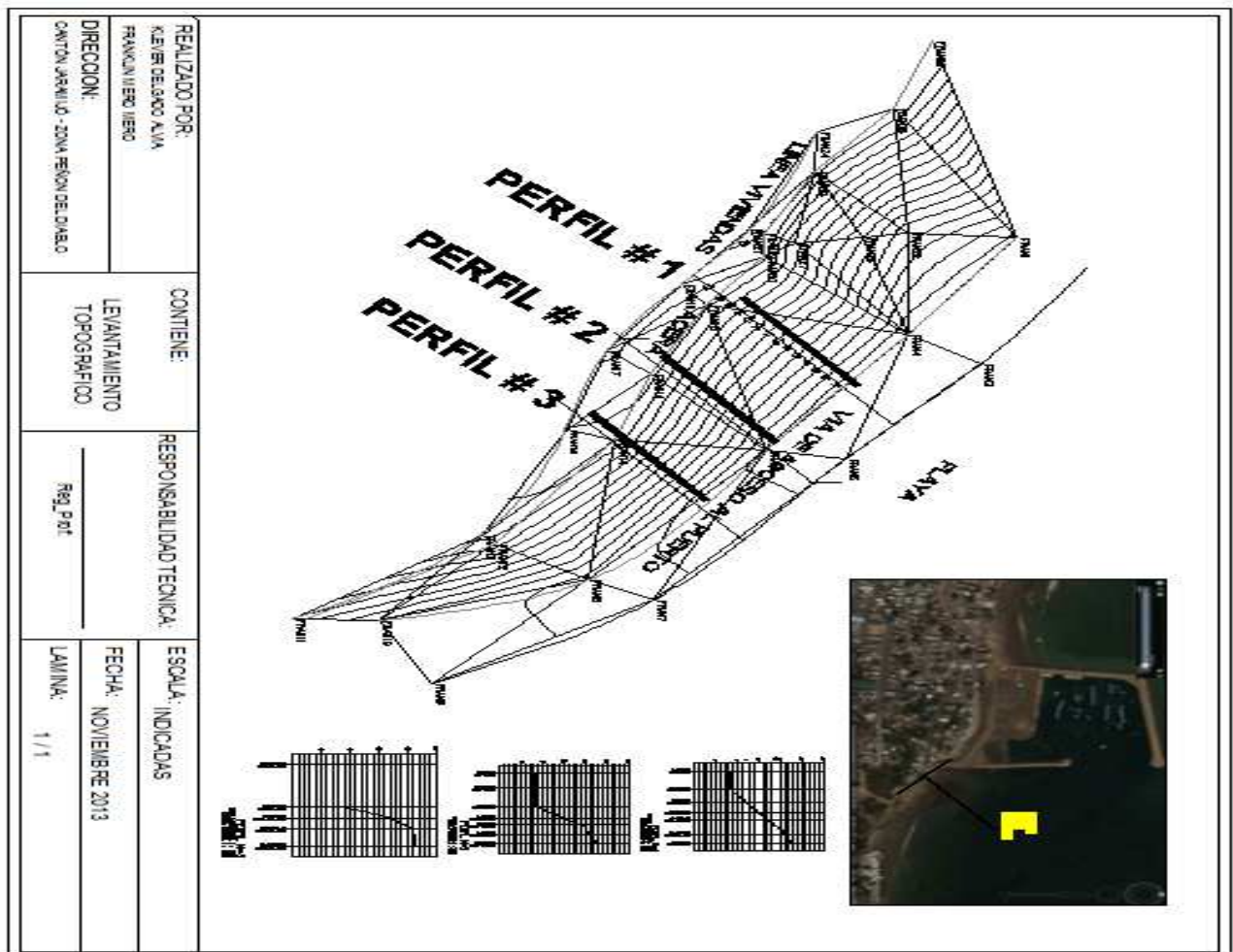
3.2. DESARROLLO DE TIPO EXPERIMENTAL

EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

Levantamiento topográfico de la zona de estudio

Del Acantilado “Peñón del Diablo”- del cantón Jaramijò

Se realizaron los trabajos de levantamiento topográfico y tres perfiles transversales para la recopilación de información que permita conocer la característica geométrica de la zona en estudio



Ilustracion14: Levantamiento topográfico de la zona de estudio
Elaborado por: Los Autores

En este trabajo de campo se pudo comprobar que es una zona irregular por tratarse de un acantilado y que ha tenido varios cambios en su topografía con el pasar de los tiempos por fenómenos climáticos.

SE TOMARON DATOS EN TRES PARTES DEL PEÑÓN DE DIABLO

En los trabajos de campo se tomaron tres perfilestopográficos transversales y posteriormente estos datos fueron graficados y se los presenta a continuación:

Perfil Topográfico N°1

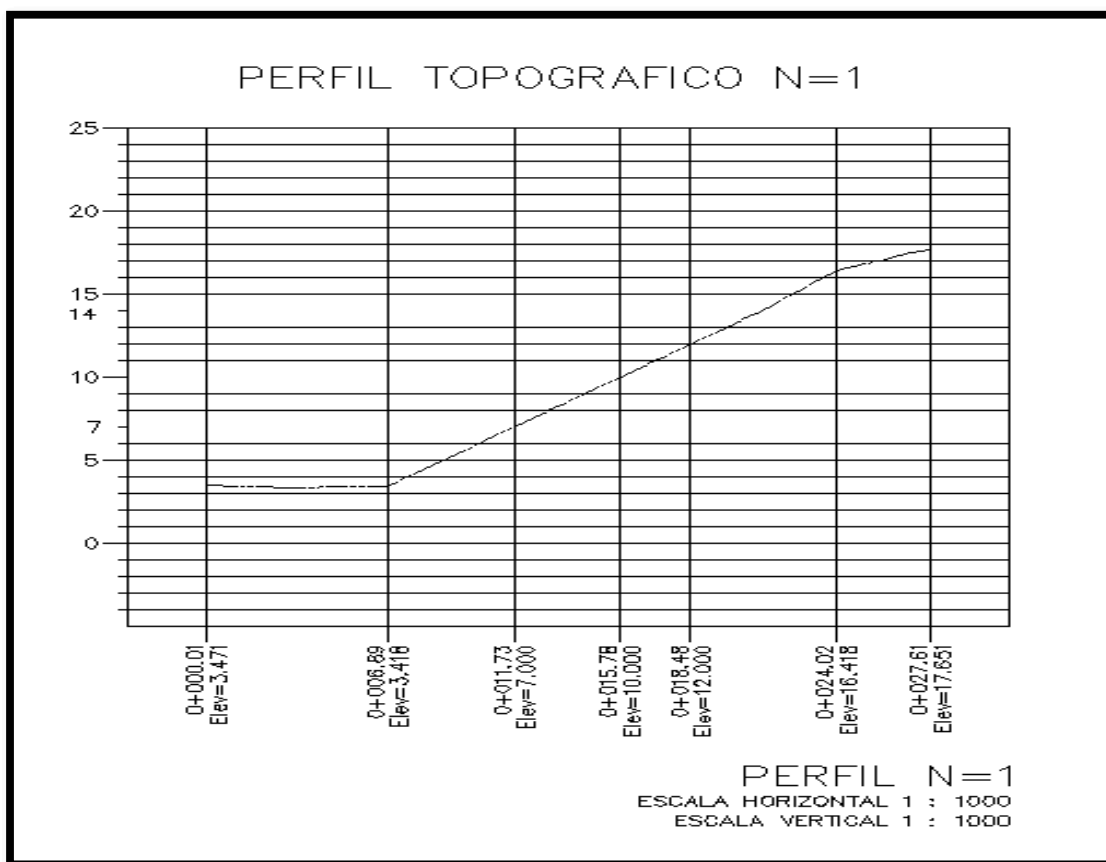


Ilustración 15: Perfil topográfico nº 1
Elaborado por: Los Autores

Una vez realizado el levantamiento del perfil topográfico transversal # 1, el mismo que inicia desde la parte superior hasta el pie del talud, se determinó su longitud transversal y elevación topográfica, tal como lo muestra en la gráfica.

PERFIL ESTRATIGRÁFICO N°1

Se realizaron la toma de muestra de suelo de este perfil, así mismo se llevaron las muestras al laboratorio para el análisis previo, y conocer las características estratigráficas.

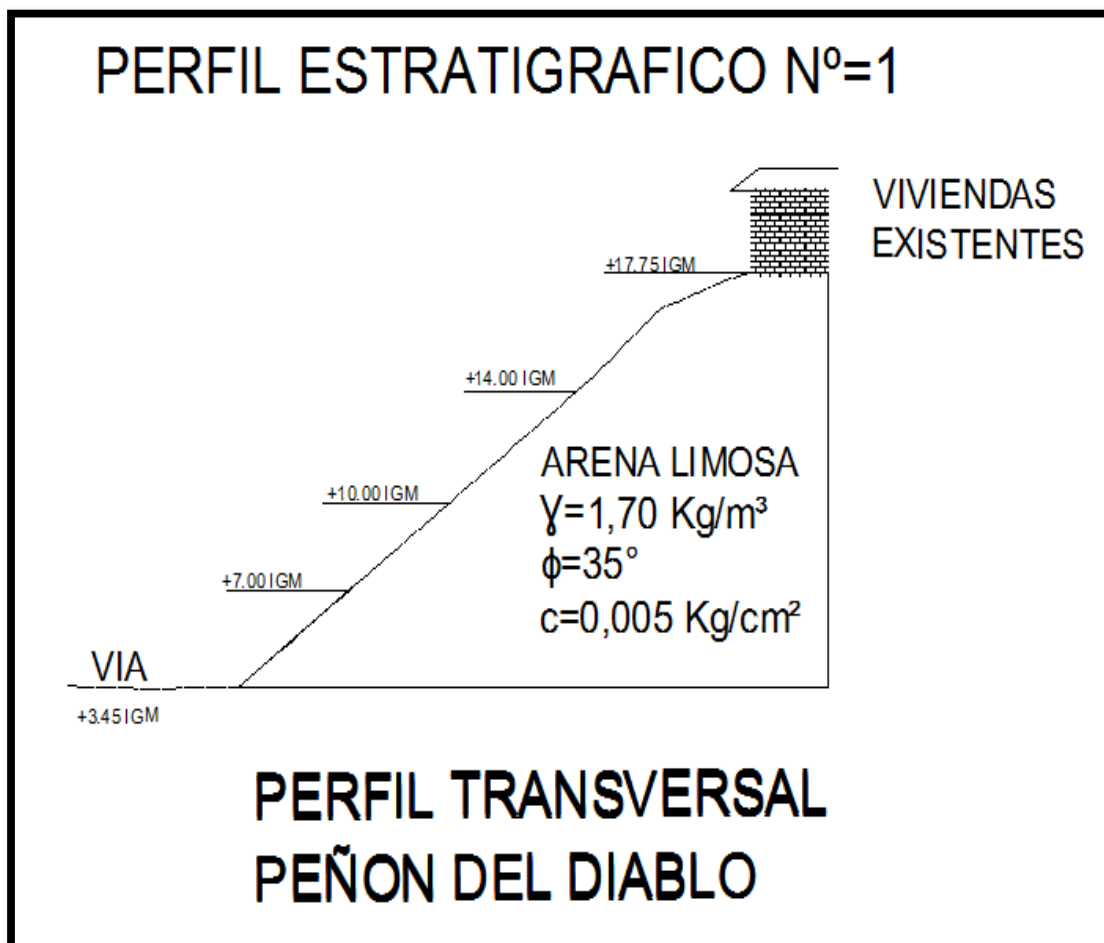


Ilustración 16: Perfil estratigráfico n° 1
Elaborado por: Los Autores

De los resultados obtenidos de laboratorio y según datos proporcionados por la Sub-Secretaría de Pesca, se puede advertir la presencia de arenas con conchillas de alta densidad estratigráfica. Se revela también algunos estratos de arcillas plástica a muy plástica de menor resistencia las cuales pueden ser controladas mediante soluciones ingenieriles de bajo costo

3.3. DESARROLLO DE LOS ENSAYOS

PERFIL # 1

Se utiliza el programa "SLOPE" aplicado el método de Janbu para conocer el factor de seguridad de este perfil en estado natural y nivel freático.

FIGURA N° 1

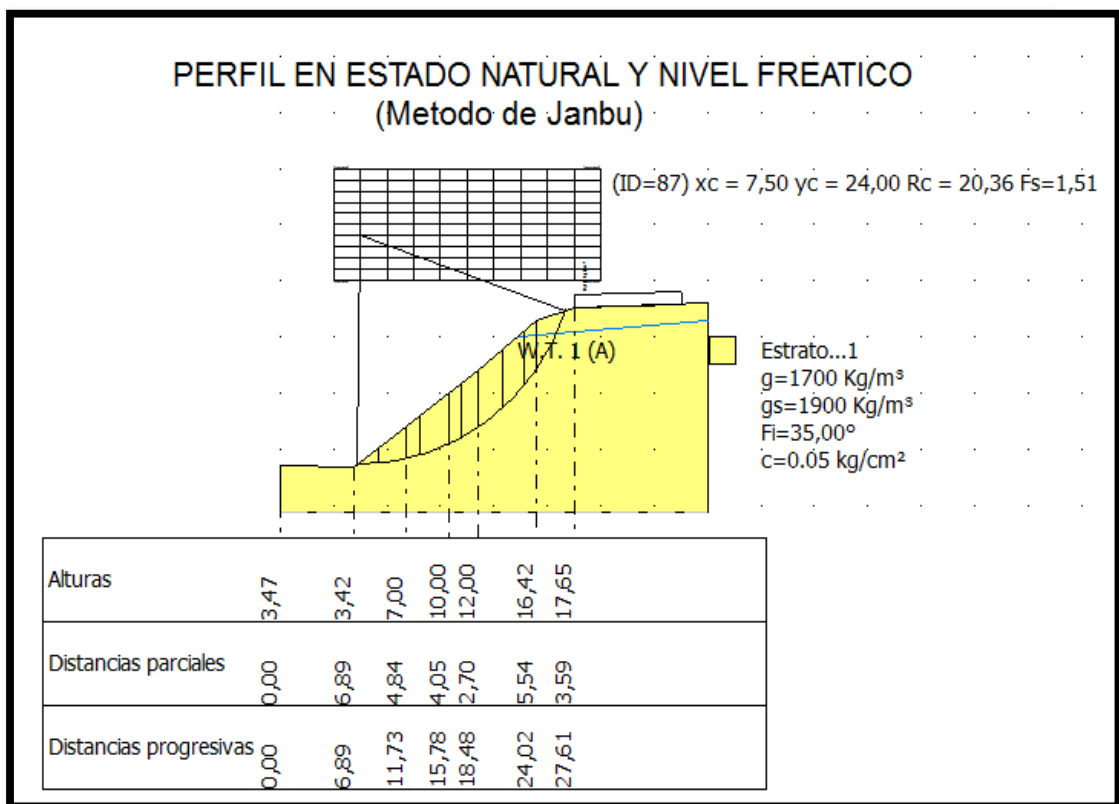


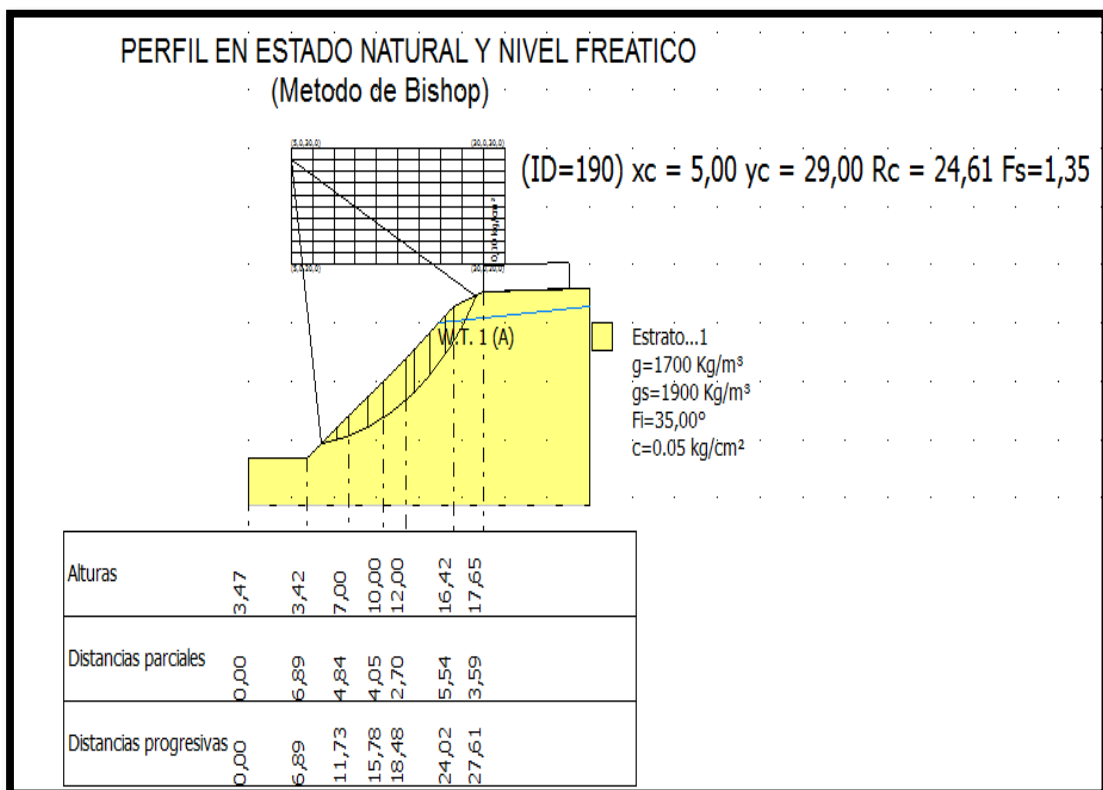
Ilustración 17: Perfil # 1 en estado natural y nivel freático (Método de Janbu)
Elaborado por: Los Autores

Corrido el programa "SLOPE" aplicando el método de Janbu, en el perfil en estado natural y nivel freático, determina que el factor de seguridad es de 1,51% tal como se lo demuestra en la figura N° 1 del perfil # 1, es decir que es un talud estable en estas condiciones.

PERFIL # 1

Se utiliza el programa "SLOPE" aplicado el método de bishop para conocer el factor de seguridad de este perfil en estado natural y nivel freático.

FIGURA N° 2



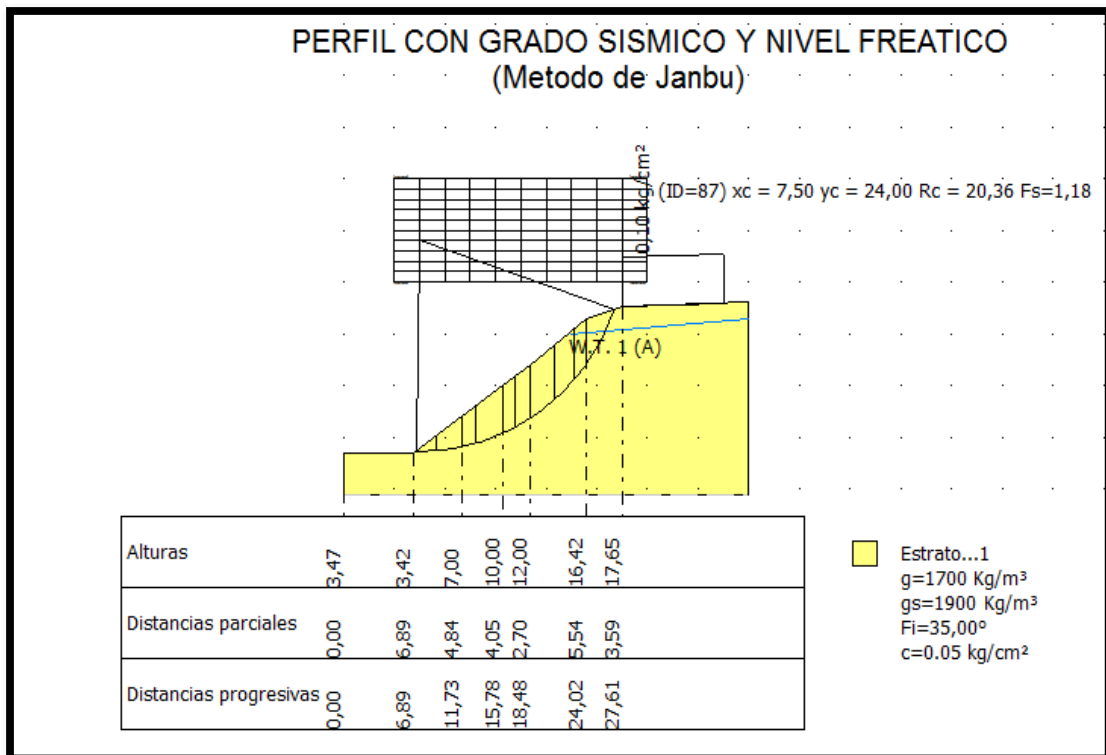
*Ilustración 18: Perfil# 1 en estado natural y nivel freático (Método de Bishop)
Elaborado por: Los Autores*

Corrido el programa "SLOPE" aplicando el método de bishop, en el perfil en estado natural y nivel freático, determina que el factor de seguridad es de 1,35% tal como se lo demuestra en la figura N° 2 del perfil # 1, es decir que es un talud estable en estas condiciones

PERFIL # 1

Se utiliza el programa "SLOPE" aplicado el método de Janbu, para conocer el factor de seguridad de este perfil con grado sísmico y nivel freático.

FIGURA N° 3



*Ilustración 19: Perfil # 1 con grado sísmico y nivel freático (Método de Janbu)
Elaborado por: Los Autores*

Corrido el programa "SLOPE" aplicando el método de Janbu, en el perfil con grado sísmico y nivel freático, determina que el factor de seguridad es de 1,18% tal como se lo demuestra en la figura N° 3 del perfil # 1, es decir que es un talud estable en estas condiciones

PERFIL # 1

Se utiliza el programa "SLOPE" aplicado el método de bishop para conocer el factor de seguridad de este perfil con grado sísmico y nivel freático.

FIGURA N° 4

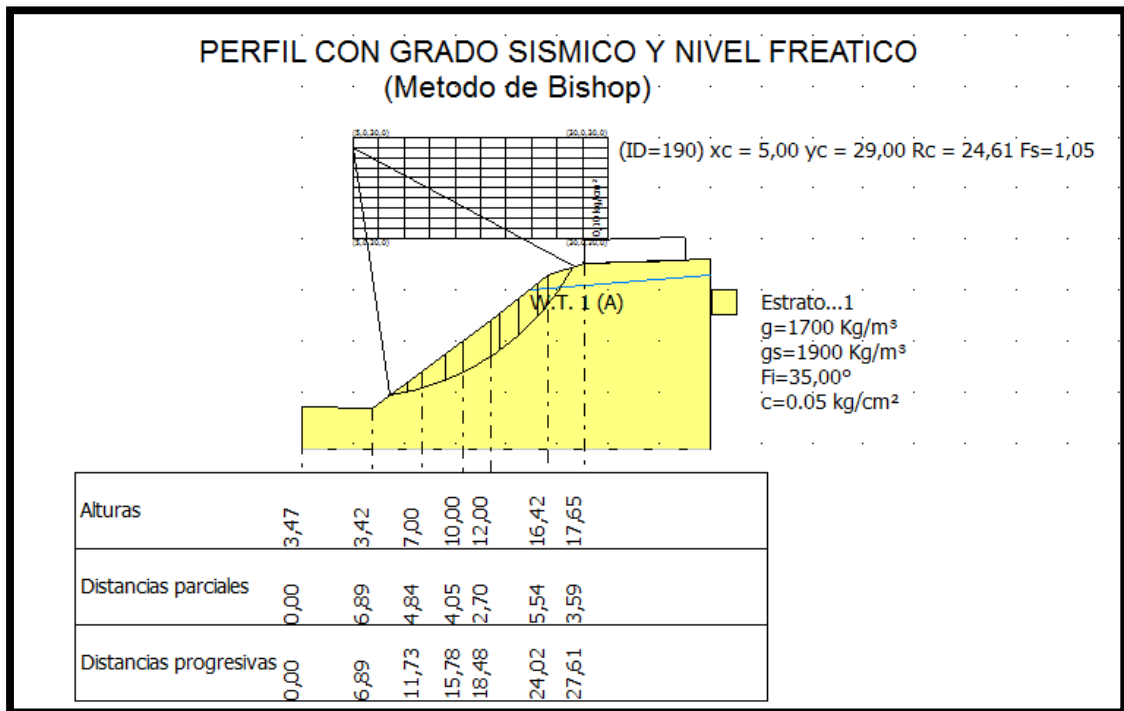


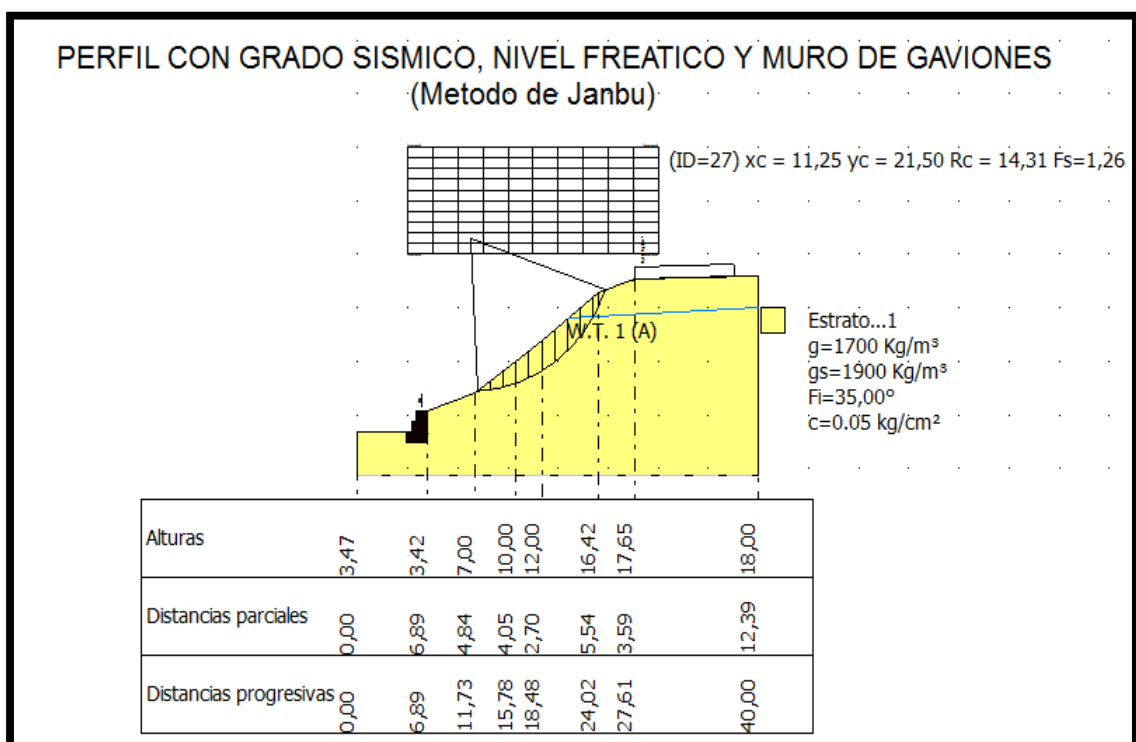
Ilustración 20: Perfil # 1 con grado sísmico y nivel freático (Método de Bishop)
Elaborado por: Los Autores

Corrido el programa "SLOPE" aplicando el método de bishop, en el perfil con grado sísmico y nivel freático, determina que el factor de seguridad es de 1,05% tal como se lo demuestra en la figura N° 4 del perfil # 1, es decir que es un talud estable en estas condiciones

PERFIL # 1

Se utiliza el programa "SLOPE" aplicado el método de Janbu para conocer el factor de seguridad de este perfil con grado sísmico, nivel freático y muro de gaviones

FIGURA N° 5



*Ilustración 21: Perfil # 1 con grado sísmico, nivel freático y muro de gaviones (Método de Janbu)
Elaborado por: Los Autores*

Corrido el programa "SLOPE" aplicando el método de Janbu, en el perfil con grado sísmico, nivel freático y muro de gaviones, determina que el factor de seguridad es de 1,26% tal como se lo demuestra en la figura N° 5 del perfil # 1, es decir que es un talud estable en estas condiciones

PERFIL # 1

Se utiliza el programa "SLOPE" aplicado el método de bishop para conocer el factor de seguridad de este perfil con grado sísmico, nivel freático y muro de gaviones

FIGURA N° 6

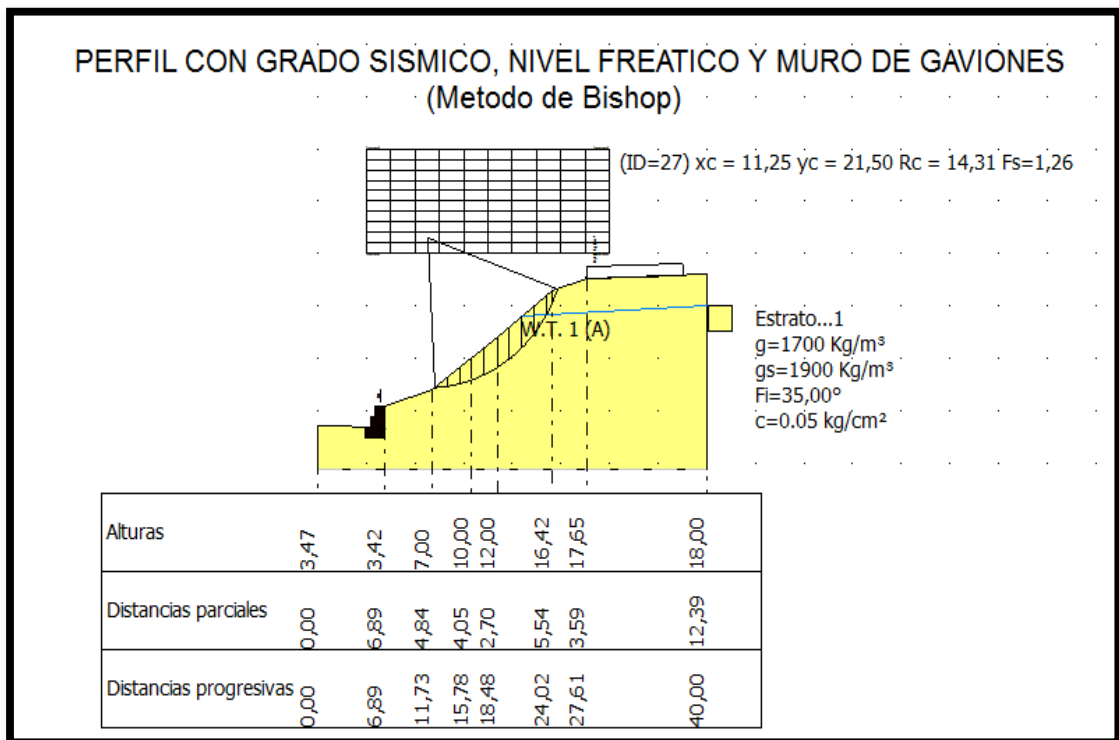


Ilustración 22: Perfil # 1 con grado sísmico, nivel freático y muro de gaviones (Método de Bishop)
Elaborado por: Los Autores

Corrido el programa "SLOPE" aplicando el método de bishop, en el perfil con grado sísmico, nivel freático y muro de gaviones, determina que el factor de seguridad es de 1,26% tal como se lo demuestra en la figura N° 6 del perfil # 1, es decir que es un talud estable en estas condiciones

Perfil Topográfico N°2

En los trabajos de campo se tomaron un segundo perfil topográfico y posteriormente estos datos fueron graficados y se los presenta a continuación:

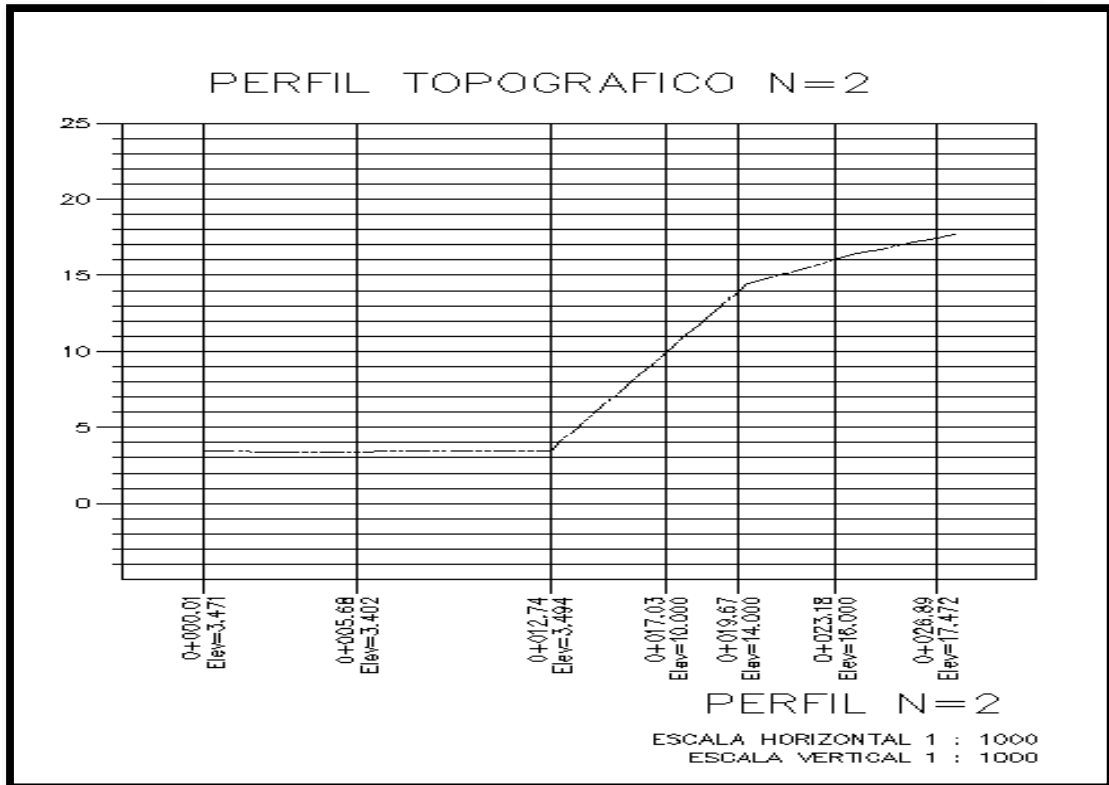


Ilustración 23: Perfil topográfico n° 2
Elaborado por: Los Autores

Una vez realizado el levantamiento del perfil topográfico, el mismo que inicia desde la parte superior hasta el pie del talud, se determinó su longitud transversal y elevación topográfica, tal como lo muestra en la gráfica.

PERFIL ESTRATIGRÁFICO N°2

Se realizaron la toma de muestra de suelo de este perfil, así mismo se llevaron las muestras al laboratorio para el análisis previo, y conocer las características estratigráficas.

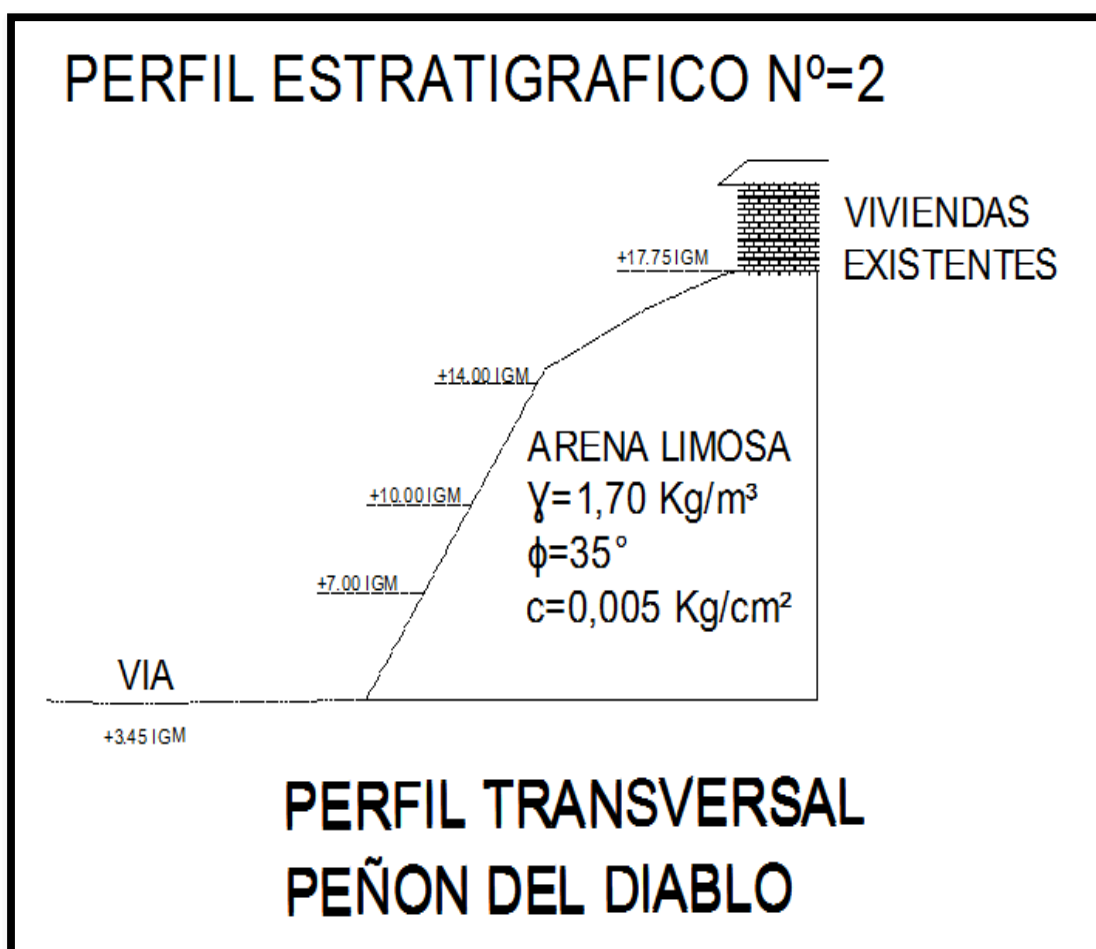


Ilustración 24: Perfil estratigráfico nº 2
Elaborado por: Los Autores

De los resultados obtenidos de laboratorio y según datos proporcionados por la Sub-Secretaría de Pesca, se puede advertir la presencia de arenas con conchillas de alta densidad estratigráfica. Se revela también algunos estratos de arcillas plástica a muy plástica de menor resistencia las cuales pueden ser controladas mediante soluciones ingenieriles de bajo costo

PERFIL # 2

Se utiliza el programa "SLOPE" aplicado el método de Janbu para conocer el factor de seguridad de este perfil en estado natural y nivel freático

FIGURA N° 1

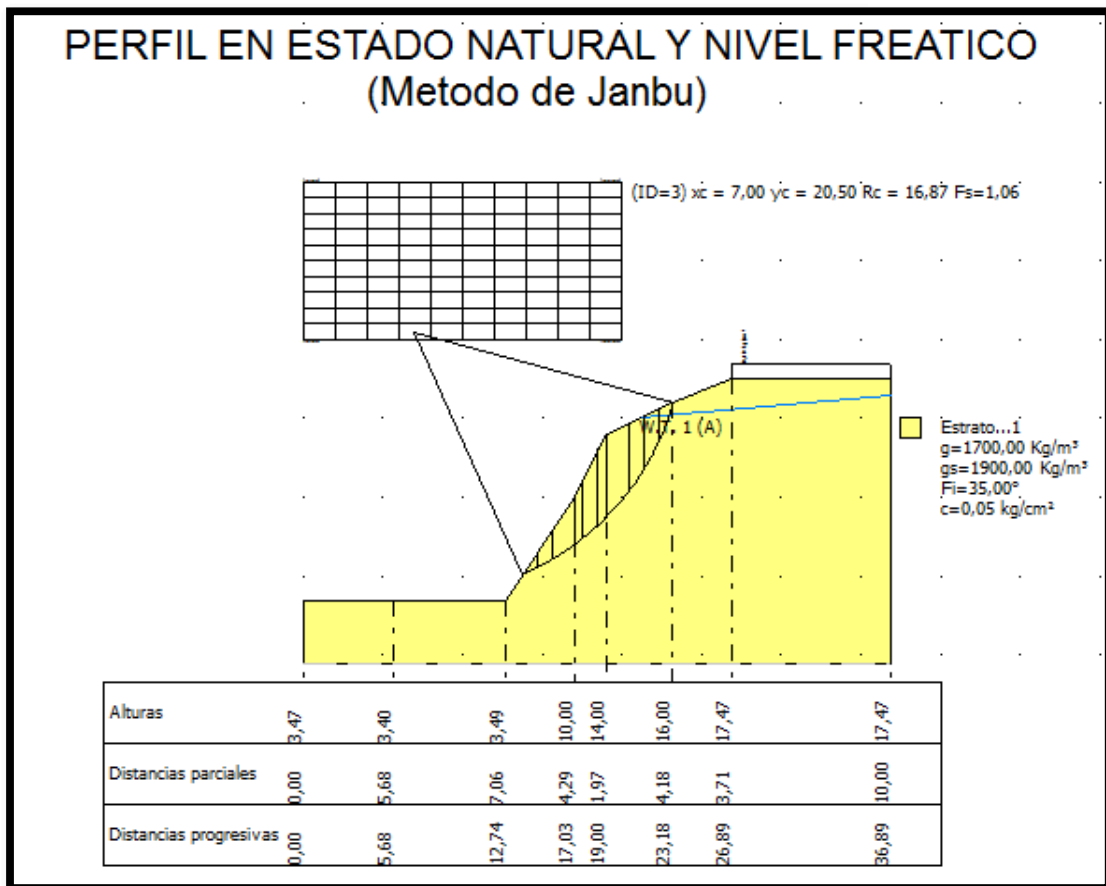


Ilustración 25: Perfil # 2 en estado natural y nivel freático (Método de Janbu)
Elaborado por: Los Autores

Corrido el programa "SLOPE" aplicando el método de Janbu, en el perfil en estado natural y nivel freático, determina que el factor de seguridad es de 1,06% tal como se lo demuestra en la figura N° 1 del perfil # 2, es decir que es un talud estable en estas condiciones

PERFIL # 2

Se utiliza el programa "SLOPE" aplicado el método de bishop para conocer el factor de seguridad de este perfil en estado natural y nivel freático

FIGURA N° 2

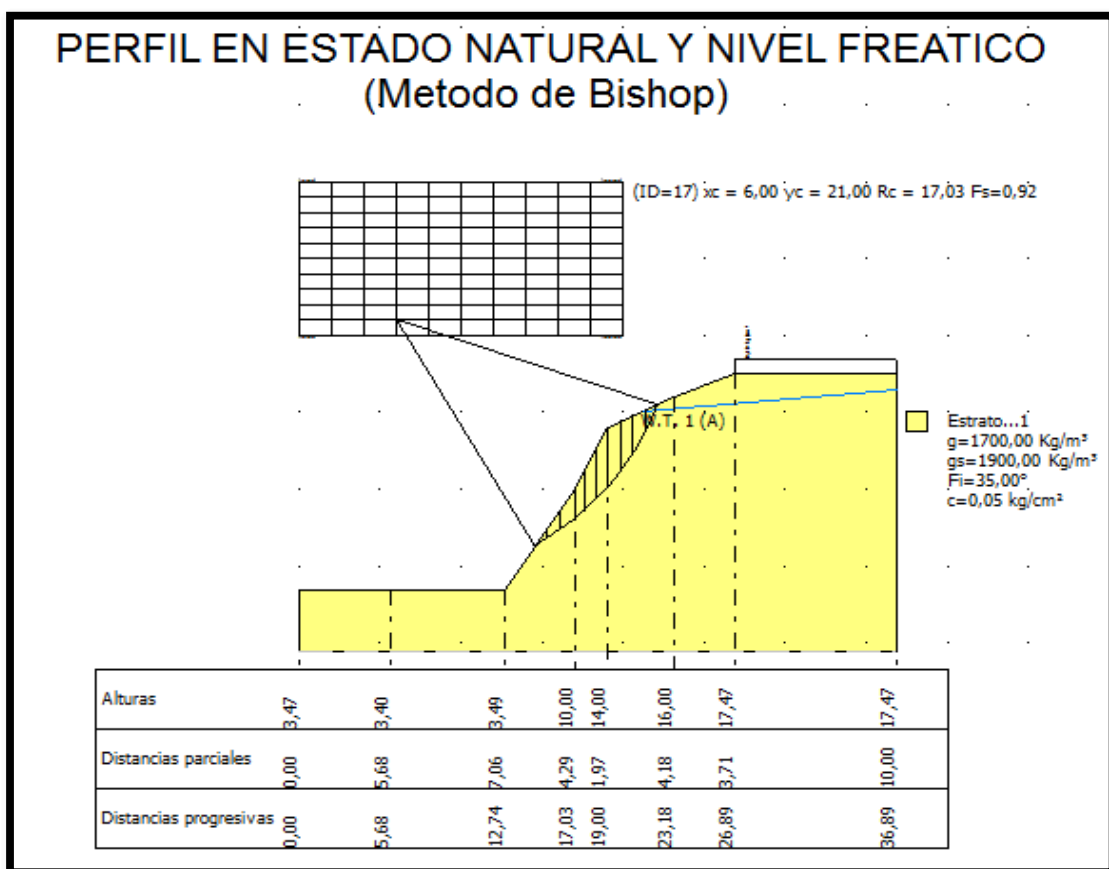


Ilustración 26: Perfil # 2 en estado natural y nivel freático (Método de Bishop)
Elaborado por: Los Autores

Corrido el programa "SLOPE" aplicando el método de bishop, en el perfil en estado natural y nivel freático, determina que el factor de seguridad es de 0,92% tal como se lo demuestra en la figura N° 2 del perfil # 2, es decir que es un talud inestable en estas condiciones.

PERFIL # 2

Se utiliza el programa "SLOPE" aplicado el método de Janbu para conocer el factor de seguridad de este perfil con grado sísmico y nivel freático

FIGURA N° 3

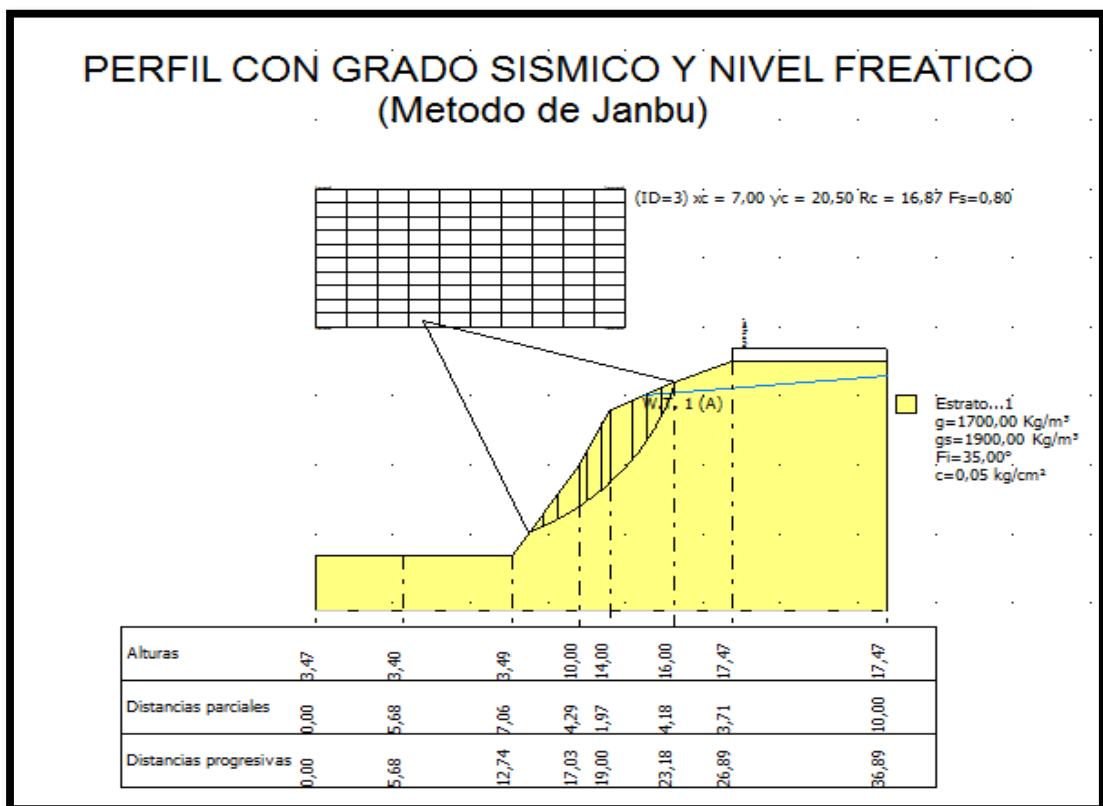


Ilustración 27: Perfil # 2 con grado sísmico y nivel freático (Método de Janbu)
Elaborado por: Los Autores

Corrido el programa "SLOPE" aplicando el método de janbu, en el perfil con grado sísmico y nivel freático, determina que el factor de seguridad es de 0,80% tal como se lo demuestra en la figura N° 3 del perfil # 2, es decir que es un talud inestable en estas condiciones

PERFIL # 2

Se utiliza el programa "SLOPE" aplicado el método de bishop para conocer el factor de seguridad de este perfil con grado sísmico y nivel freático

FIGURA N° 4

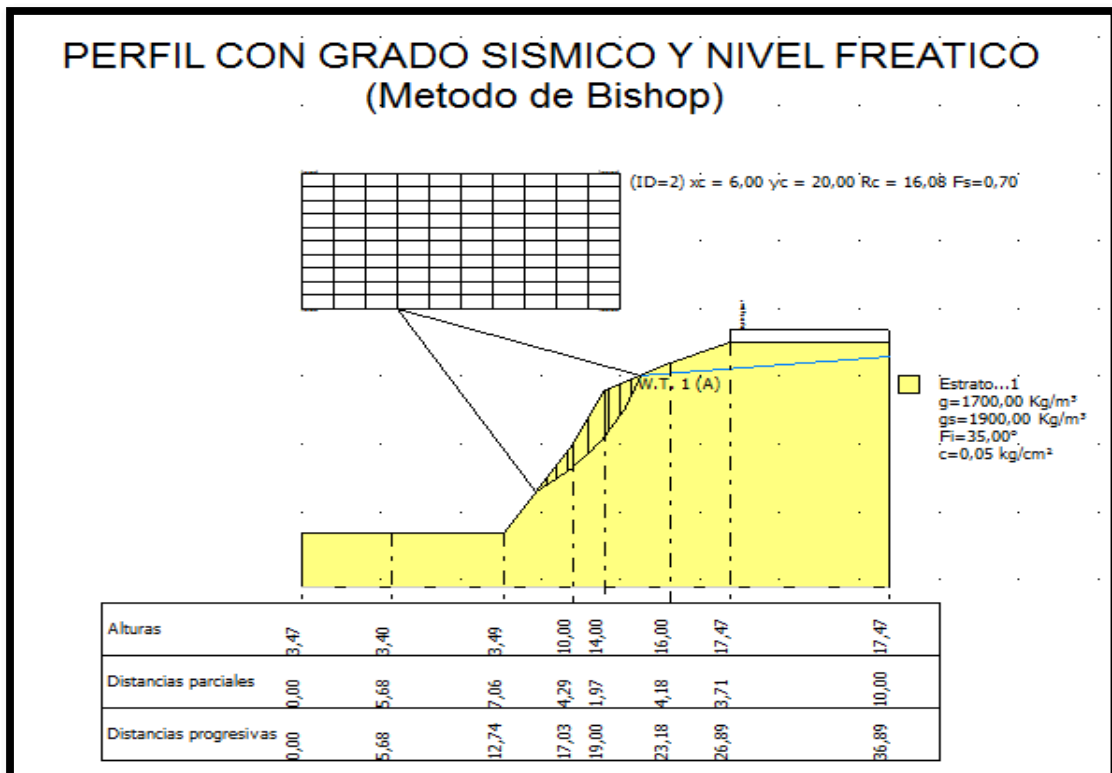


Ilustración 28: Perfil # 2 con grado sísmico y nivel freático (Método de Bishop)
Elaborado por: Los Autores

Corrido el programa "SLOPE" aplicando el método de bishop, en el perfil con grado sísmico y nivel freático, determina que el factor de seguridad es de 0,70% tal como se lo demuestra en la figura N° 4 del perfil # 2, es decir que es un talud inestable en estas condiciones.

PERFIL # 2

Se utiliza el programa "SLOPE" aplicado el método de Janbu, para conocer el factor de seguridad de este perfil con grado sísmico, nivel freático y muro de gaviones

FIGURA N° 5

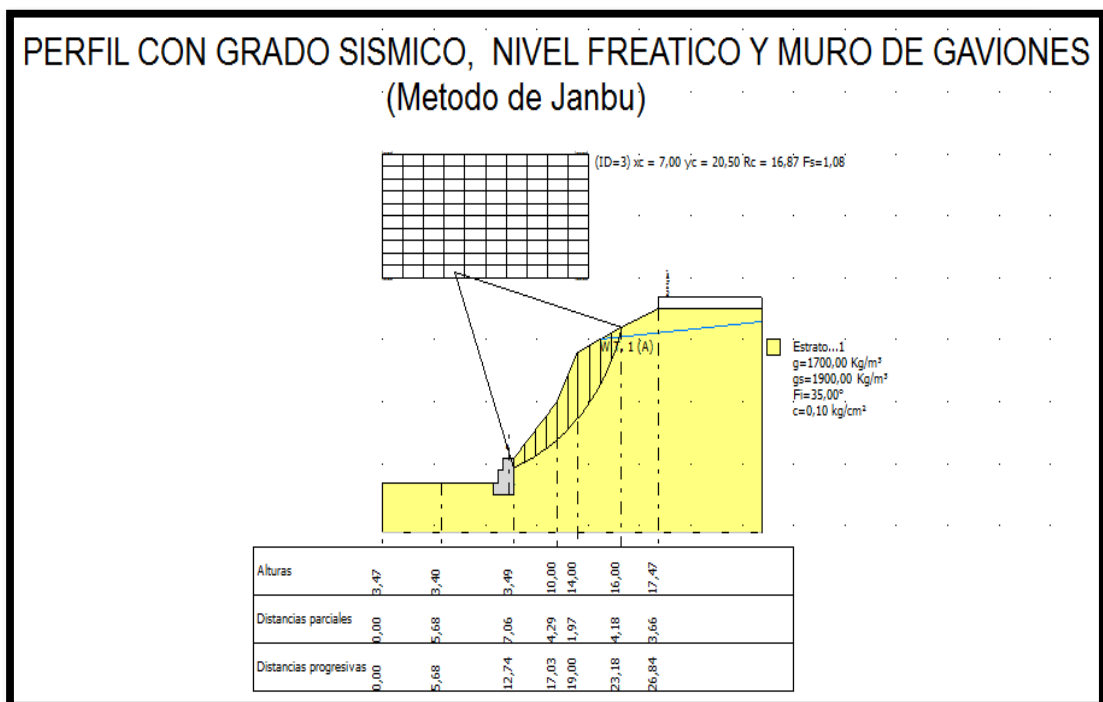


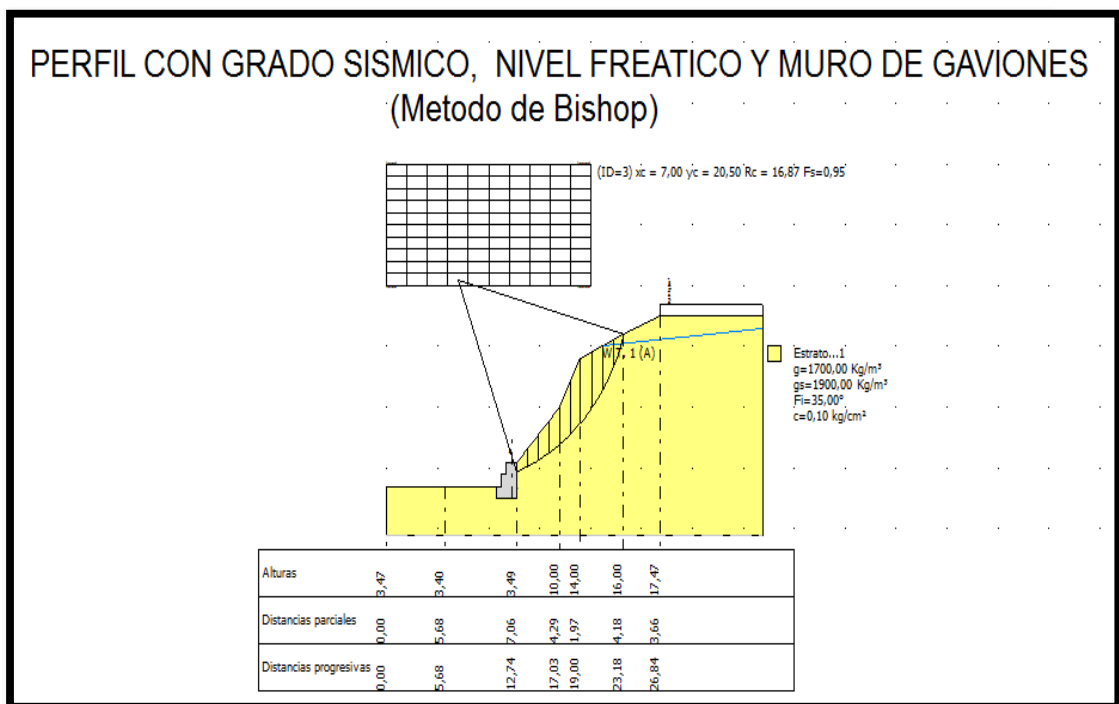
Ilustración 29: Perfil # 2 con grado sísmico, nivel freático y muro de gaviones (Método de Janbu)
Elaborado por: Los Autores

Corrido el programa "SLOPE" aplicando el método de Janbu, en el perfil con grado sísmico y nivel freático, determina que el factor de seguridad es de 1,08% tal como se lo demuestra en la figura N° 4 del perfil # 2, es decir que es un talud estable en estas condiciones

PERFIL # 2

Se utiliza el programa "SLOPE" aplicado el método de bishop para conocer el factor de seguridad de este perfil con grado sísmico, nivel freático y muro de gaviones

FIGURA N° 6

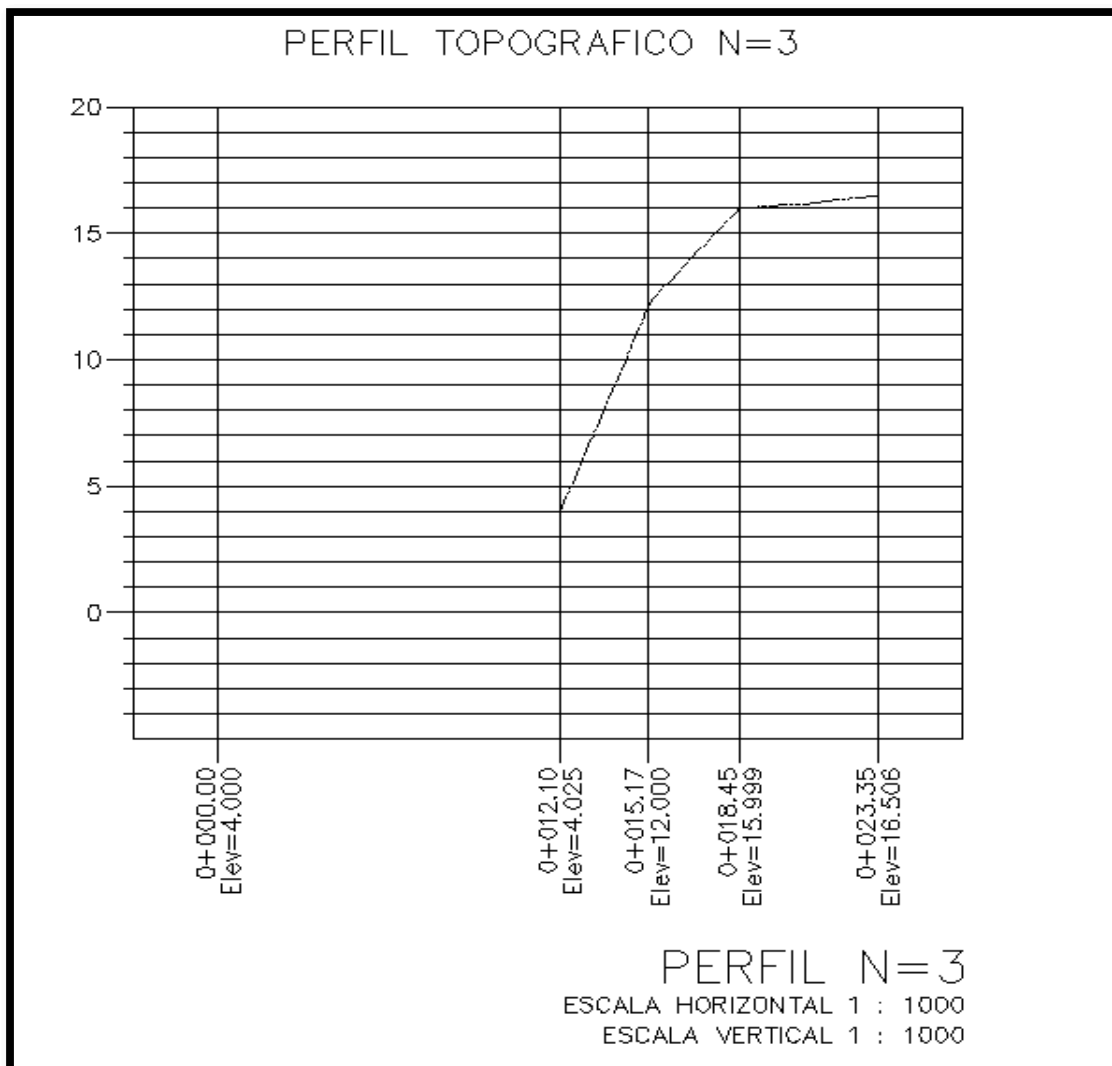


*Ilustración 30: Perfil # 2 con grado sísmico, nivel freático y muro de gaviones (Método de Bishop)
Elaborado por: Los Autores*

Corrido el programa "SLOPE" aplicando el método de bishop, en el perfil con grado sísmico y nivel freático, determina que el factor de seguridad es de 0,95% tal como se lo demuestra en la figura N° 4 del perfil # 2, es decir que es un talud inestable en estas condiciones.

PERFIL TOPOGRÁFICO N°3

En los trabajos de campo se tomaron un tercer perfil topográfico y posteriormente estos datos fueron graficados y se los presenta a continuación:



*Ilustración 31: Perfil topográfico nº 3
Elaborado por: Los Autores*

Una vez realizado el levantamiento del tercer perfil topográfico, el mismo que inicia desde la parte superior hasta el pie del talud, se determinó su longitud transversal y elevación topográfica, tal como lo muestra en la gráfica.

PERFIL ESTRATIGRÁFICO N°3

Se realizaron la toma de muestra de suelo de este perfil, así mismo se llevaron las muestras al laboratorio para el análisis previo, y conocer las características estratigráficas.

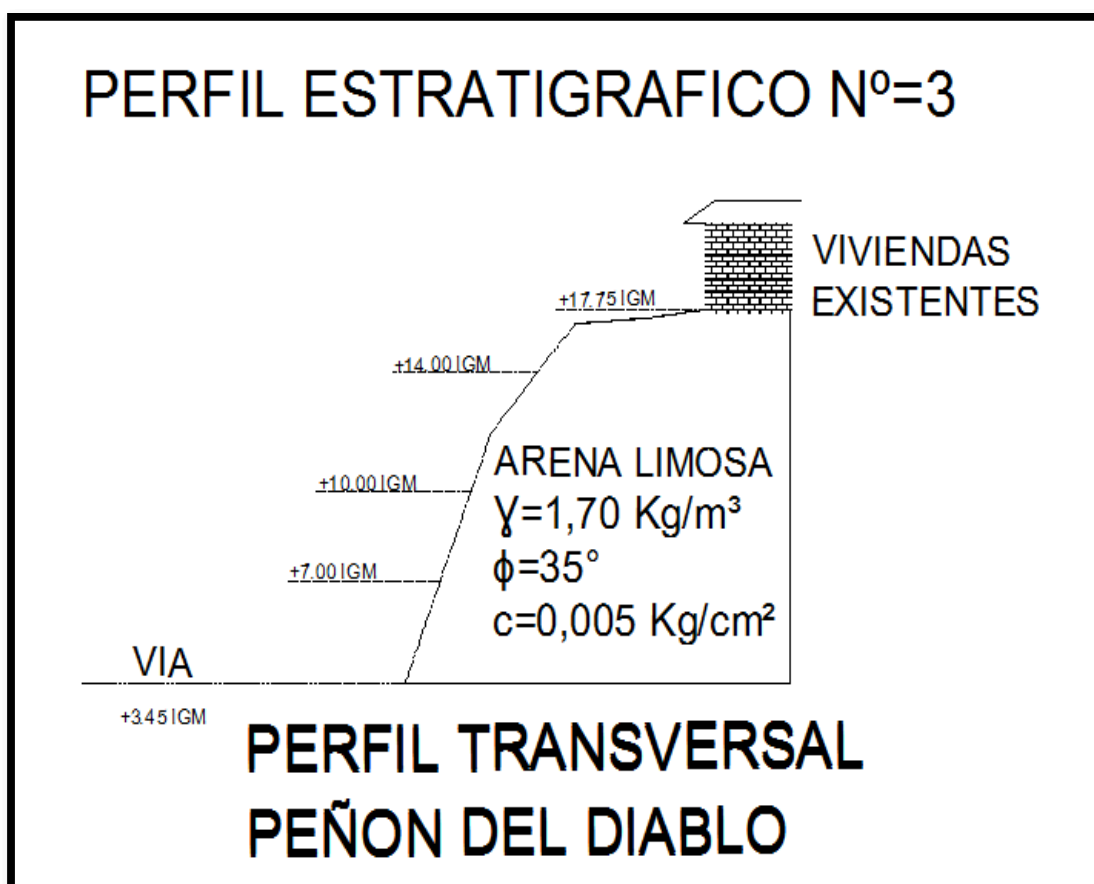


Ilustración 32: Perfil estratigráfico n° 3
Elaborado por: Los Autores

De los resultados obtenidos de laboratorio y según datos proporcionados por la Sub-Secretaría de Pesca, se puede advertir la presencia de arenas con conchillas de alta densidad estratigráfica. Se revela también algunos estratos de arcillas plástica a muy plástica de menor resistencia las cuales pueden ser controladas mediante soluciones ingenieriles de bajo costo

PERFIL # 3

Se utiliza el programa "SLOPE" aplicado el método de Janbu, para conocer el factor de seguridad de este perfil en estado natural y nivel freático

FIGURA N° 1

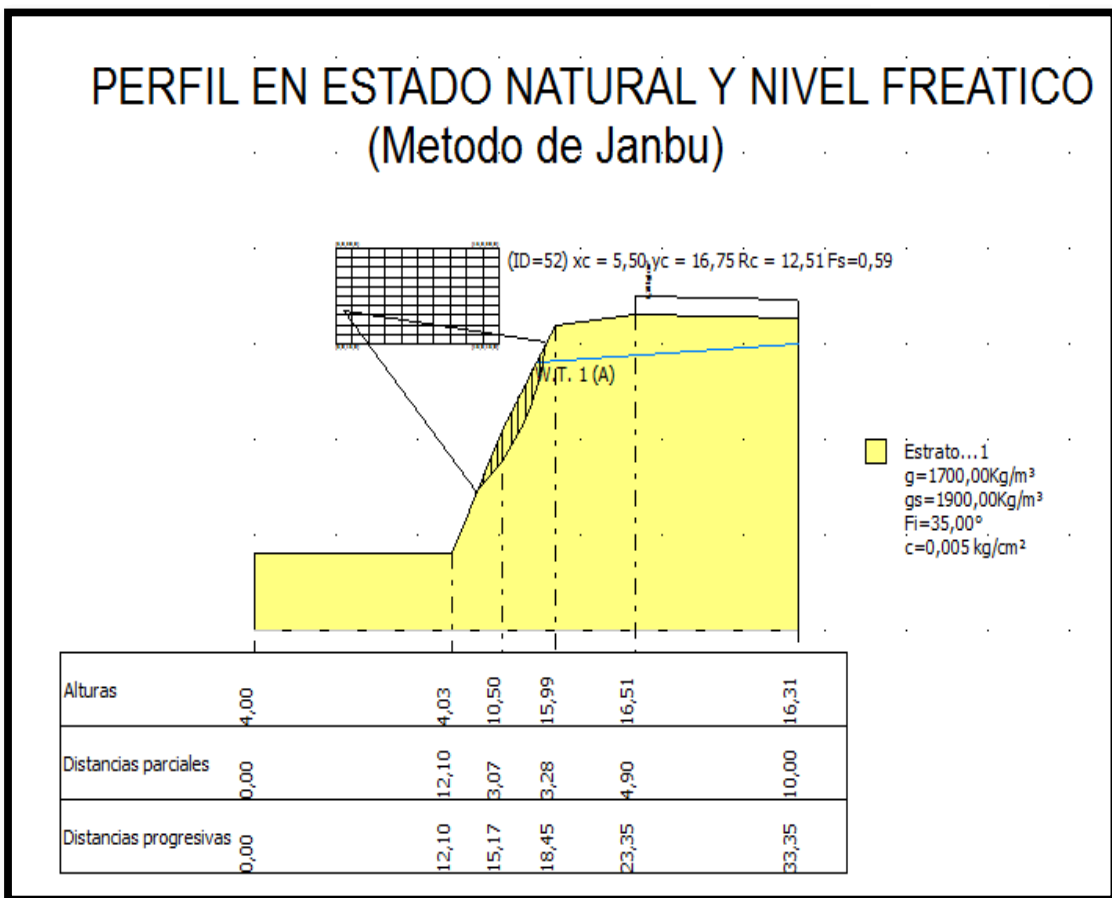


Ilustración 33: Perfil # 3 en estado natural y nivel freático (Método de Janbu)
Elaborado por: Los Autores

Corrido el programa "SLOPE" aplicando el método de Janbu, en el perfil en estado natural y nivel freático, determina que el factor de seguridad es de 0,59% tal como se lo demuestra en la figura N° 1 del perfil # 3, es decir que es un talud inestable en estas condiciones

PERFIL # 3

Se utiliza el programa "SLOPE" aplicado el método de bishop, para conocer el factor de seguridad de este perfil en estado natural y nivel freático

FIGURA N° 2

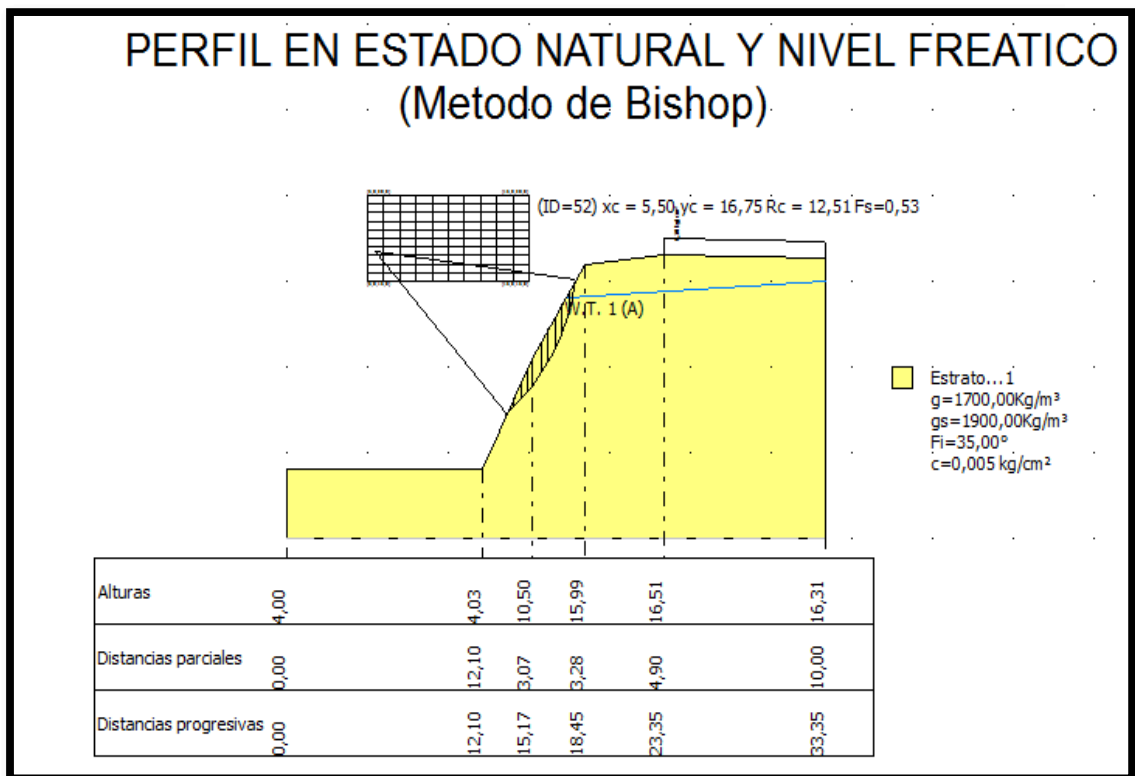


Ilustración 34: Perfil # 3 en estado natural y nivel freático (Método de Bishop)
Elaborado por: Los Autores

Corrido el programa "SLOPE" aplicando el método de bishop, en el perfil en estado natural y nivel freático, determina que el factor de seguridad es de 0,53% tal como se lo demuestra en la figura N° 2 del perfil # 3, es decir que es un talud inestable en estas condiciones

PERFIL # 3

Se utiliza el programa "SLOPE" aplicado el método de Janbu, para conocer el factor de seguridad de este perfil con grado sísmico y nivel freático

FIGURA N° 3

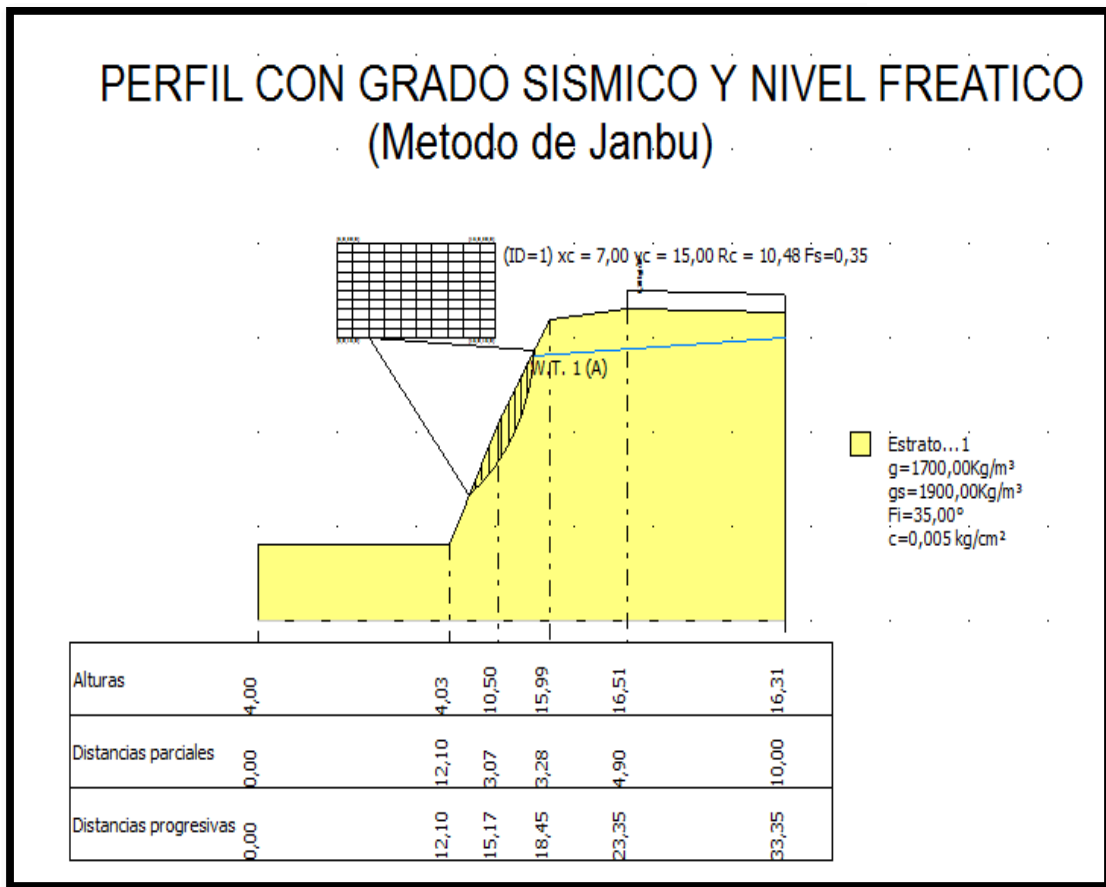


Ilustración 35: Perfil # 3 con grado sísmico y nivel freático (Método de Janbu)
Elaborado por: Los Autores

Corrido el programa "SLOPE" aplicando el método de Janbu, en el perfil con grado sísmico y nivel freático, determina que el factor de seguridad es de 0,35% tal como se lo demuestra en la figura N° 3 del perfil # 3, es decir que es un talud inestable en estas condiciones

PERFIL # 3

Se utiliza el programa "SLOPE" aplicado el método de bishop, para conocer el factor de seguridad de este perfil con grado sísmico y nivel freático

FIGURA N° 4

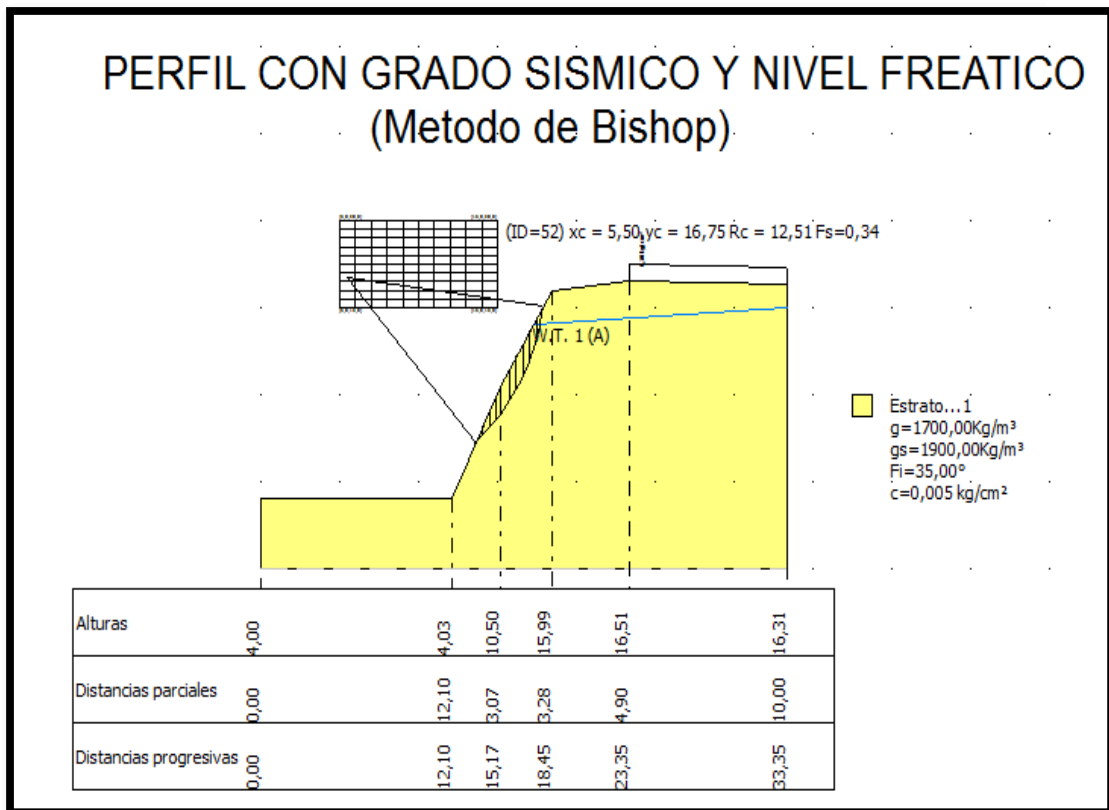


Ilustración 36: Perfil # 3 con grado sísmico y nivel freático (Método de Bishop)
Elaborado por: Los Autores

Corrido el programa "SLOPE" aplicando el método de bishop, en el perfil con grado sísmico y nivel freático, determina que el factor de seguridad es de 0,34% tal como se lo demuestra en la figura N° 4 del perfil # 3, es decir que es un talud inestable en estas condiciones.

PERFIL # 3

Se utiliza el programa "SLOPE" aplicado el método de Janbu, para conocer el factor de seguridad de este perfil con grado sísmico, nivel freático y muro de gaviones

FIGURA N° 5

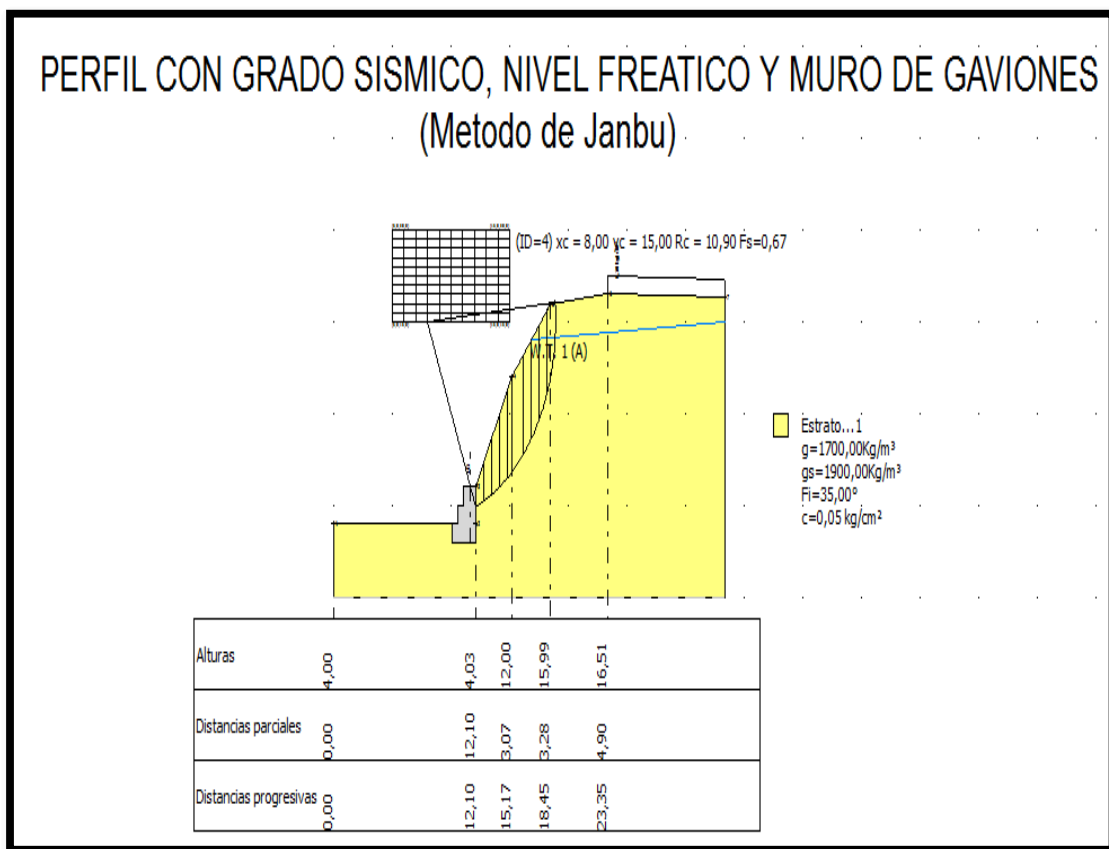


Ilustración 37: Perfil # 3 con grado sísmico, nivel freático y muro de gaviones (Método de Janbu)
Elaborado por: Los Autores

Corrido el programa "SLOPE" aplicando el método de Janbu, en el perfil con grado sísmico y nivel freático, determina que el factor de seguridad es de 0,67% tal como se lo demuestra en la figura N° 5 del perfil # 3, es decir que es un talud inestable en estas condiciones.

PERFIL # 3

Se utiliza el programa "SLOPE" aplicado el método de bishop, para conocer el factor de seguridad de este perfil con grado sísmico, nivel freático y muro de gaviones

FIGURA N° 6

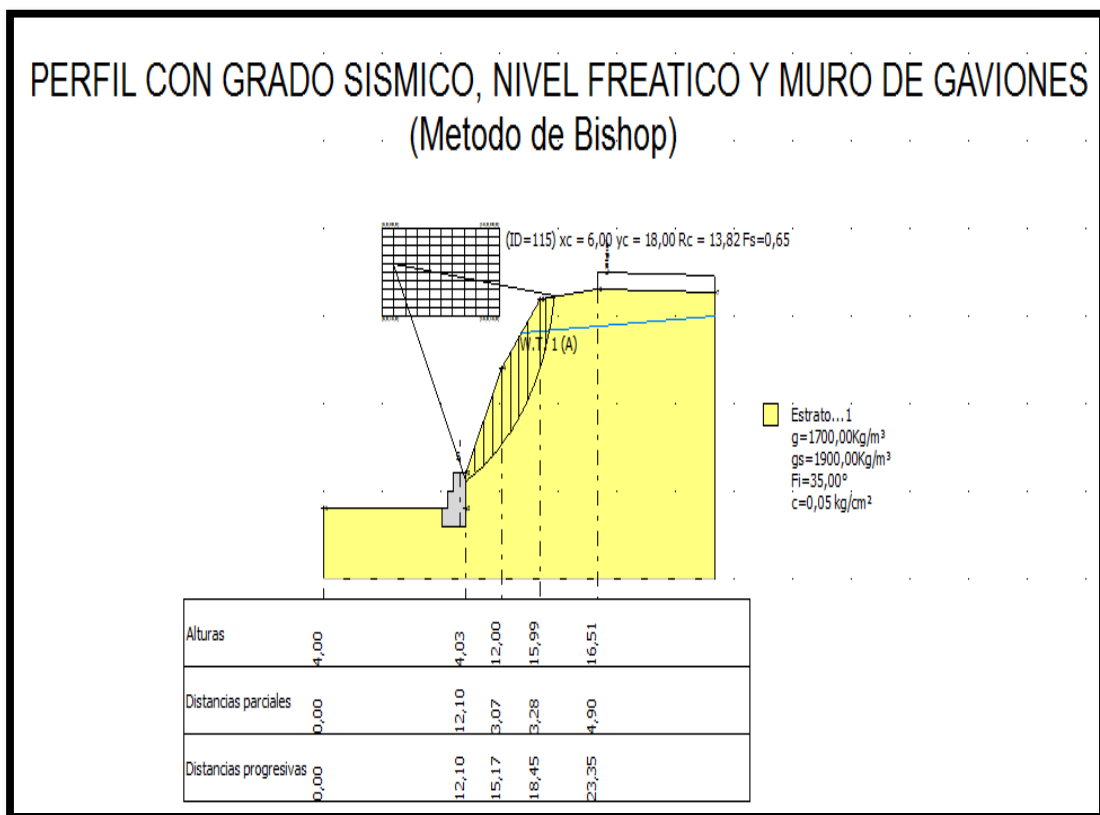


Ilustración 38: Perfil # 3 con grado sísmico, nivel freático y muro de gaviones (Método de Bishop)
Elaborado por: Los Autores

Corrido el programa "SLOPE" aplicando el método de bishop, en el perfil con grado sísmico y nivel freático, determina que el factor de seguridad es de 0,65% tal como se lo demuestra en la figura N° 6 del perfil # 3, es decir que es un talud inestable en estas condiciones.

RESUMEN DE RESULTADOS

DO PEÑÓN DEL -JARAMILLO	Perfil en estado natural y nivel freático	Perfil con grado sísmico y nivel freático	Perfil con grado nivel freático y gavione
PFIL # 1			
Factor de Seguridad			
EJANBU (FS)	1,51	1,18	1,26
E BISHOP (FS)	1,35	1,05	1,26
PFIL # 2			
Factor de Seguridad			
EJANBU (FS)	1,06	0,8	1,08
E BISHOP (FS)	0,92	0,7	0,95
PFIL # 3			
Factor de Seguridad			
EJANBU (FS)	0,59	0,35	0,67
E BISHOP (FS)	0,53	0,34	0,65

Tabla de resultados

Los Autores

CAPITULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

1. De forma preliminar, nos permitimos concluir que la zona en estudio desde la parte superior hasta el pie del talud (18m aprox) no comprueba riesgo de deslizamiento; esto debido a su notable confinamiento del suelo existente en dicho lugar, lo cual no presenta inestabilidad en su estructura, sin embargo por la alta depresión existente y por el continuo azote de elementos climáticos se ha visto afectado y seguirá afectándose el talud si no se toman los correctivos que permitan contener el terreno ya degradado.
2. Una metodología relacionada a la evaluación de inestabilidad en la zona de estudio, será mediante la aplicación práctica del software (SLOPE) el cual permite el análisis de estabilización estructural de los taludes, con el fin de minimizar el alto riesgo que representa una zona inestable para la vida humana.
3. El software (SLOPE) que se aplicara para el análisis de estabilización de taludes, se podrá comparar cuál de los métodos, tanto JANBU y BISHOP, es el más apropiado para la estabilización del talud de la zona en estudio.

4.2. RECOMENDACIONES

1. La alta resistencia de los suelos estudiados garantizan la estabilidad del acantilado, sin embargo, es importante controlar o detener la erosión paulatina mediante obras civiles y ecológicas.
2. Deberá ser oportuna la estabilización del acantilado peñón del diablo, como medida de protección para proteger la zona, y el retiro de basuras que la propia comunidad ha lanzado indiscriminadamente en dicho lugar, ya que los depósitos de basura han sido siempre un problema geotécnico.
3. Los datos obtenidos en el programa "SLOPE" aplicando los métodos de Bishop y Janbu, que son apropiados para realizar este tipo de análisis y poder saber la inestabilidad del acantilado, tomando datos como son el perfil del estado natural y nivel freático; Perfil de Grado Sísmico y Nivel Freático y el Perfil de Grado Sísmico, Nivel freático y Muro de gaviones. Llegando a la conclusión (según datos del programa "SLOPE") de construirse muros de sostenimiento a gravedad (muro de gaviones) en una altura de 6m aprox. Y desde ese nivel hasta la parte superior se podrá escoger soluciones como revestimiento de piedra y hormigón (encachado) y reforestación profusa del borde superior.

4.3.- BIBLIOGRAFÍA

1. Ale Véliz, José Daniel. 2002. «Análisis de estabilidad de taludes.» Alicante, España, 2002. Disponible en: <http://www.scribd.com/doc/148327821/53170729-Análisis-de-Estabilidad-de-Taludes>.
2. Armas-Zagoya, Juan Miguel. 2004. Estructuras del valle de huisacha como base para el análisis de estabilidad de taludes de la carretera rumbo Nuevo, cd Victoria Tamaulipas, México. Tesis de Maestrías en Ciencias Geológicas: Cartografías Geológicas. Facultad de Ciencias de la Tierra. UNAL, Inaeres, Nuevo León, México.
3. Armas Novoa, Rolando y Horta, Evelio. 2010. «Capítulo 5.» Presas de tierra. La Habana, Cuba: Félix Varela, 2010. 453 págs
4. areaciencias . s.f. CAIDA DE LOS CUERPOS. Disponible en: <http://www.areaciencias.com/CAIDA%20DE%20LOS%20CUERPOS.htm>
5. Bojorquelñiguez, J. 2011. Métodos para el análisis de la estabilidad de pendientes. Facultad de Ingeniería, Universidad de Cuenca. MASKANA, Vol. 2, No. 2, 2011. Cuenca, Ecuador. pdf. p. 12-13.
6. Castañón Garay Paola Angélica. Estabilidad de taludes. 7 de marzo del 2011. PDF. p. 150-151.
7. CARDONA, J. s.f. PIEZOMETROS. PDF. p. 1-15
8. CELEC-TRANSELECTRIC. s.f. Estudio de Impacto Ambiental Definitivo de la Subestación Montecristi y Línea de Derivación. Corporación Eléctrica del Ecuador. PDF. p. 1-13.
9. Cuadrado Márquez. J. ; Feliciano Lara. I. ;Oyola Montilla. J. y J Morales Rodríguez J. 2013. Las mareas. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos10/mare/mare.shtml#ixzz2aqEWO2g4>
10. FAO. 2013. 7. Levantamientos Topográficos – Planimetría. Disponible en: ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6707s/x6707s07.htm

11. Fernández Coronado, E, 2012. Introducción a la Geología. Capítulo 7: Movimiento en masa. Movimiento en masa y estabilidad de taludes. Martes, 16 de octubre de 2012. Disponible en: <http://melcosentimental.blogspot.com/2012/10/capitulo-7-movimiento-en-masa.html>

12. Fernández Editores. 2011. Movimientos de rotación y traslación. El día y la noche y los cambios de clima. México. D.F. Copyright © 2011. Todos los derechos reservados. Disponible en: <http://www.tareasya.com.mx/index.php/tareas-ya/primaria/cuarto-grado/geografia/1040-Movimientos-de-rotaci%C3%B3n-y-traslaci%C3%B3n.-El-d%C3%ADa-y-la-noche-y-los-cambios-de-clima.html>

13. Frank Chuang y Alfred McEwen. 2011. Tema científico: Movimiento en masa. HiRISE Operations Center. 1541 E. University Blvd. Tucson, Arizona 85721. © 2011 Arizona Board of Regents. Disponible en: <http://hirise.lpl.arizona.edu/es/temas/mass.php>

14. FONCECA HERRERA, Néstor Enrique. 1995. Revista Escuela colombiana de ingeniería "La instrumentación en la operación y seguridad de las presas" 1995.

15. Hoyos Patiño, Fabián. 2014. Elementos teóricos para los análisis de estabilidad. Academia © 2014. Disponible en: http://www.academia.edu/1313217/ELEMENTOS_TEORICOS_PARA_LOS_ANALISIS_DE_ESTABILIDAD

16. Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar. 2011. Levantamiento topográfico con fines catastrales. República Bolivariana de Venezuela Junio 2011. N° de Depósito Legal: If38620119102785. p. 1-19.

17. Janbu, N. 1954. Application of Composite Slip Surface for Stability Analysis. European Conference on Stability Analysis, Stockholm, Sweden.

18. Janbu, N. 1973. Slope Stability Computations. Embankment Dam Engineering - Casagrande Volume, R.C. Hirschfeld and S.J. Poulos, eds., John Wiley and Sons, New York, pp 47-86.

19. Macías Mendoza, L. 2010. Condiciones ambientales del cerro El Peñón del Diablo en el cantón Jaramijó de la provincia de Manabí, al iniciar la fase de estudio para su estabilización. Enero del 2010.

20. Macías Mendoza, L. 2010. Estudios para la estabilización del Cerro Peñón del Diablo, Cantón Jaramijó, provincia de Manabí. Ministerio del Ambiente MAE. 12/01/2010.
21. MINISTERIO DEL AMBIENTE. 2010. Proyecto de Manejo de Recursos Costeros. Etapa II. Subsecretaría de Gestión Marina y Costera. Bases Licitación Pública Nacional PMRC II – BID N° 029-2010. Documentos de Licitación (BASES). Reapertura Licitación Pública Nacional. PMRC II- BID N° 029 -2010. Estabilización del Cerro Peñón del Diablo en el Cantón Jaramijó de la Provincia de Manabí. Acción: 2.3.1.1.12.2010. SEPTIEMBRE / 2010. Pdf. p. 1-157.
22. Plan de Desarrollo Cantón Jaramijó, 2012.
23. Rivera Posada. Horacio. s.f. La web de la bioingeniería y la restauración ecológica. Los movimientos masales. Fundación CIPAV. Cali. Valle del Cauca. Disponible en: <http://ecoambientes.tripod.com/id9.html>
24. RipaldaNuques O. 2008. Proyecto pesquero artesanal Jaramijó. Reporte Geológico – Geotécnico. Diciembre del 2008. Guayaquil. Ecuador.
25. SUAREZ DÍAZ, Jaime. 1998. Deslizamiento y estabilización de taludes en zonas tropicales. Colombia, 1998. Capítulo IV. 27 de Agosto de 2013. Disponible en: «<http://albatros.uis.edu.co/~pagina/profesores/planta/jsuarez/publicaciones/librotaludes/>.»
26. UNSJ, 2004. LEVANTAMIENTO Y CARTEO GEOLÓGICO I. METODOS DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. Pothnot, Hansen, Poligonación. I - Levantamientos planimétricos. UNSJ – Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Cátedra de Levantamiento y Carteo Geológico I – Ciclo 2004. PDF. p. 2.

4.4. ANEXOS

MAPA DE UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN



Ilustración 40: Mapa de ubicación de la investigación



*Ilustración 41: Inspección de la zona de estudio previo a la toma de muestra para el análisis en laboratorio
Elaborado por: Los Autores*



*Ilustración 42: Reconocimiento visual de la estratigrafía del acantilado peñón del diablo
Elaborado por: Los Autores*



*Ilustración 43: Toma de muestras de suelo en el peñón del diablo para hacer los análisis de laboratorio
Elaborado por: Los Autores*



*Ilustración 44: Toma de datos para realizar análisis de estabilidad del peñón del diablo
Elaborado por: Los Autores*



*Ilustración 45: Obtención de muestras de suelo desde la parte superior del acantilado para ser llevadas al laboratorio y realizar el respectivo análisis de suelo
Elaborado por: Los Autores*



*Ilustración 46: Obtención de muestras de suelo desde la parte superior del acantilado para ser llevadas al laboratorio y realizar el respectivo análisis de suelo
Elaborado por: Los Autores*



*Ilustración 47: Obtención de muestras de suelo desde la parte superior del acantilado para ser llevadas al laboratorio y realizar el respectivo análisis de suelo
Elaborado por: Los Autores*



*Ilustración 48: Obtención de muestras de suelo desde la parte superior del acantilado para ser llevadas al laboratorio y realizar el respectivo análisis de suelo
Elaborado por: Los Autores*



*Ilustración 49: Se realiza la clasificación granulométrica de la muestra de suelo en estudio por medio de los tamices
Elaborado por: Los Autores*



*Ilustración 50: Se realiza la clasificación granulométrica de la muestra de suelo en estudio por medio de los tamices
Elaborado por: Los Autores*



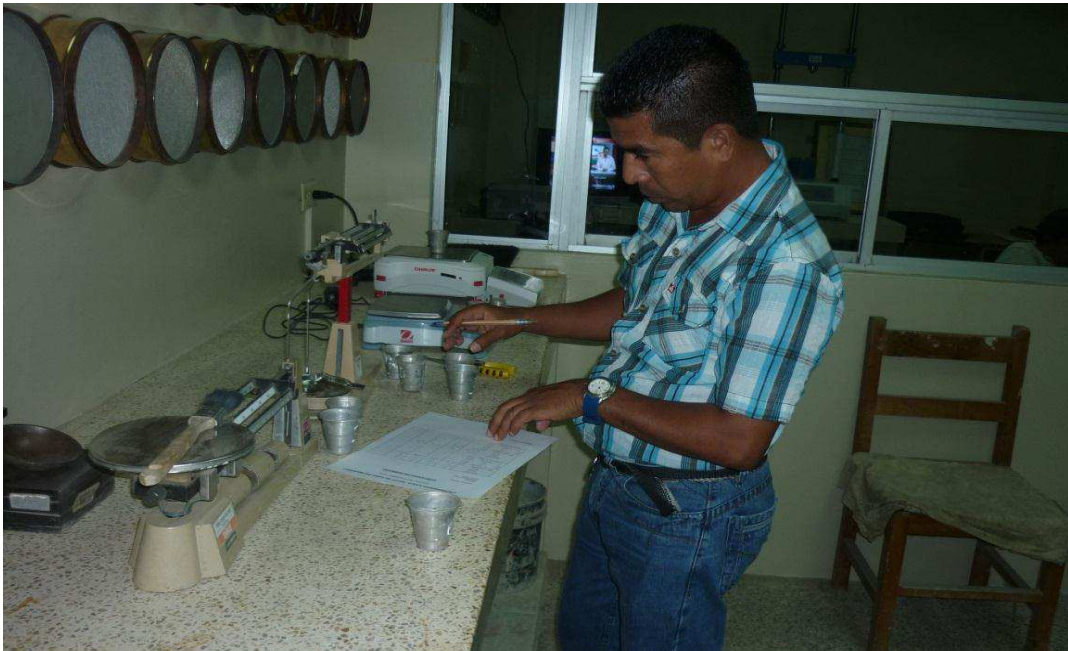
*Ilustración 51: Se realiza el sacado de la muestra de suelo en estudio
Elaborado por: Los Autores*



*Ilustración 52: Peso de muestras de suelo tomadas en campo para su posterior análisis
Elaborado por: Los Autores*



*Ilustración 53: Se anotan los datos de los diferentes pesos de la muestra de suelo tomada en campo para su posterior análisis
Elaborado por: Los Autores*



*Ilustración 54: Peso de muestras de suelo tomadas en campo para su posterior análisis
Elaborado por: Los Autores*



Ilustración 55: Romana digital donde se realiza el pesado de la muestras de suelo en estudio
Elaborado por: Los Autores



Ilustración 56: Romana digital donde se realiza el pesado de la muestras de suelo en estudio
Elaborado por: Los Autores

PROYECTO : ESTABILIZACION DEL CERRO "PEÑON DEL DIABLO"
 SECTOR NORTE (ZONA DE RIESGO)
 CANTON JARAMILLO

ASUNTO: ESTUDIO DE SUELOS

FECHA: NOVIEMBRE 15 DEL 2009

RESUMEN DEL REGISTRO ESTRATIGRAFICO

PERFORACION : P-2
 COTA DE REFERENCIA : N = + 0.00
 COTA DE LA BOCA DE LA PERFORACION : N = + 20.28
 NIVEL FREATICO : N =

MUESTRA #	PROFUNDIDAD m.	GRANULOMETRIA % QUE PASA				LIMITES DE ATTERBERG		CLASIFI S.U.C.S.	% w	g Peso T/m3.	N = Golpes./ pie.
		# 4	# 10	# 40	# 200	LL	LP				
	0.00 - 0.15	RELLENO GRANULAR (LASTRE)									
P-2-1	0.15 - 1.20	100.00	10.00	98.38	72.97	55.09	24.48	MH	19.99		1/14
P-2-2	1.20 - 3.00	80.23	60.23	49.14	14.23	-	-	*SM	17.28	1.68	2/35, 3/36
P-2-3	3.00 - 5.00	79.20	63.59	47.64	13.50	-	-	*SM	15.63		4/39, 5/49
P-2-4	5.00 - 7.00	79.48	71.42	50.03	13.91	-	-	*SM	15.98	1.70	6/55, 7/68
P-2-5	7.00 - 9.50	100.00	100.00	99.50	28.40	-	-	SM*	9.52	1.77	8/72, 9/75
P-2-6	9.50 - 11.00	100.00	99.59	98.53	63.42	47.60	21.62	CL	28.49	1.75	10/29
	11.00 - 12.20	ROCA SEDIMENTARIA									
P-2-7	12.20 - 13.00	100.00	98.73	96.23	89.23	46.23	21.80	CL	30.27		11/R
P-2-8	13.00 - 14.00	100.00	99.81	98.01	85.14	45.19	19.84	CL	30.89	1.66	13/26
P-2-9	14.00 - 16.00	100.00	99.14	97.39	85.85	45.72	20.49	CL	31.91		15/28, 16/24
P-2-10	16.00 - 18.00	100.00	99.20	97.68	87.08	43.91	20.95	CL	32.74	1.67	17/26, 18/30
P-2-11	18.00 - 20.00	100.00	98.37	95.70	89.43	44.22	19.83	CL	33.15		19/33, 20/35

MH: LIMO ARENOSO, MATERIAL PLASTICO, CONSISTENCIA FIRME.
 *SM: ARENA LIMOSA CON CONCHILLAS, NO PLASTICA, COMPACIDAD DENSA.
 SM*: ARENA LIMOSA FINA, NO PLASTICA, COMPACIDAD MUY DENSA.
 CL: ARCILLA ARENOSA, MATERIAL PLASTICO, CONSISTENCIA MUY FIRME.