



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO.**

**ESCUELA DE ADMINISTRACION PARA DESASTRES Y GESTIÓN**

**DEL RIESGO**

**ESTUDIO DE CASO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**INGENIERO EN ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y**

**GESTIÓN DEL RIESGO**

**“ASENTAMIENTO EN ZONA DE RIESGOS: CASO DEL PROCESO DE DESLIZAMIENTO DEL SECTOR “BRIONES”, 2017 PARROQUIA SAN PABLO, DEL CANTÓN PORTOVIEJO DE LA PROVINCIA DE MANABI”**

**AUTORES:**

**Eduardo Luis Almeida García**

**José Jonathan Cedeño Mero**

**TUTORA:**

**ING. EVA GAVILANES**

**GUARANDA – ECUADOR**

**2019**

**ASENTAMIENTO EN ZONA DE RIESGOS: CASO DEL PROCESO DE DESLIZAMIENTO DEL SECTOR “BRIONES”, 2017 PARROQUIA SAN PABLO, DEL CANTON PORTOVIEJO DE LA PROVINCIA DE MANABI.**



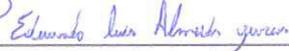
Guaranda – Ecuador

Febrero 2019

**Firmas:**



**DIRECTORA**  
ING. EVA GAVILANES.



**Autor 1**  
EDUARDO LUIS ALMEIDA GARCÍA



**Autor 2**  
JOSÉ JONATHAN CEDEÑO MERO

**SE AUTORIZA LA PUBLICACIÓN DE ESTA TESIS EN EL REPOSITORIO  
DIGITAL DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**



**Autor 1**  
EDUARDO LUIS ALMEIDA GARCÍA



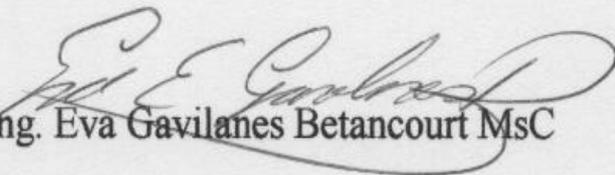
**Autor 2**  
JOSÉ JONATHAN CEDEÑO MERO

**Fecha, firma y sello de la Biblioteca**

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Por medio de la presente certifico que el estudio de caso para la obtención del título en Ingeniería En Administración para Desastres y Gestión del Riesgo titulado *“ASENTAMIENTO EN ZONA DE RIESGOS: CASO DEL PROCESO DE DESLIZAMIENTO DEL SECTOR “BRIONES”, 2017 PARROQUIA SAN PABLO, DEL CANTON PORTOVIEJO DE LA PROVINCIA DE MANABI”*, fue desarrollado en su totalidad por los señores Eduardo Luis Almeida García y José Jonathan Cedeño Mero.

Atentamente,



Ing. Eva Gavilanes Betancourt MSc

## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado en primera instancia a Dios, por guiarme y cuidarme en toda mi formación académica, a mi Madre Maritza por sus palabras de aliento, consejos que cada día me daba para no desmayar, a mi abuela Gloria, a mi abuelo Vicente quienes guiaron y dieron rumbo definido hacia mi formación. A mi hermana Gema que estuvo conmigo en todo momento, a mi pequeña Mía que me dio cada día fuerzas para seguir en mi logro a mis amigos y demás familiares que me motivaron para seguir con mi carrera, para ellos.

Eduardo Almeida.

Este trabajo va dedicado en primera instancia a Dios, por guiarme y cuidarme en toda mi formación académica, a mi Madre Josefina. A mi Padre Héctor que fueron los autores principales y con sus sabios consejos obtener este logro, a mi hermano Luis, a mi pequeña familia Ayken y Héctor que me dieron cada día fuerzas y me impulsaron salir adelante, a mi esposa por sus palabras de aliento cuando las necesite, amigos y demás familiares que me motivaron para culminar mis estudios, para ellos.

Jonathan Cedeño.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano, a su distinguida Escuela de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, su cuerpo docente que desinteresadamente brindaron sus conocimientos valiosos, autoridades administrativas y en especial a nuestra tutora Ing. Eva Gavilanes eje fundamental y guía en el proceso de elaboración de este proyecto.

Al Ingeniero Julio Celorio amigo y colaborador por brindarnos la oportunidad de conocer y formar parte de la Universidad Estatal de Bolívar. Además, de servirnos como guía para poder progresar con éxito dentro de la institución académica. A nuestros compañeros Galo Grijalva y Gabriel Hernández por ser parte de nuestra guía en este proceso por facilitarnos las herramientas necesarias, por la colaboración, logística, visitas técnicas de campo, al desarrollo de diferentes actividades, aplicando los conocimientos adquiridos en el transcurso de toda nuestra formación profesional y adquiriendo nuevos en todo este proceso de investigación.

Al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Portoviejo, a su Dirección de Ambiente y Gestión de Riesgos

Agradecidos

**Eduardo Luis Almeida García**

**José Jonathan Cedeño Mero**

# INDICE

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	3
DEDICATORIA .....	4
AGRADECIMIENTO .....	5
Índice de Cuadros .....	8
RESUMEN EJECUTIVO.....	14
INTRODUCCIÓN.....	15
CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA.....	17
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. ....	17
1.1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA. ....	18
1.2. OBJETIVOS .....	18
1.2.1. Objetivo general.....	18
1.2.2. Objetivos Específicos. ....	18
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	19
1.4. LIMITACIONES. ....	21
CAPITULO 2: MARCO TEORICO.....	22
2.1. CONTEXTUALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	22
2.3 BASES TEÓRICAS.....	35
2.3.1 Asentamientos en zonas de riesgo .....	35
2.3.2 Procesos de Deslizamiento: Procesos Gravitacionales.....	38
2.3.3 Marco legal.....	72
CAPITULO 3: MARCO METODOLÓGICO.....	78
3.1 NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....	78
3.2. DISEÑO .....	86
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	87
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	87

3.5. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	89
3.6. PRESENTACION DE RESULTADOS SOBRE CARTOGRAFIA TEMATICA .....	89
CAPITULO 4: RESULTADOS ALCANZADOS POR OBJETIVO.....	90
4.1. DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE DESLIZAMIENTO DEL SECTOR BRIONES DE LA PARROQUIA SAN PABLO.....	90
4.1.1 Análisis de los factores condicionantes .....	90
4.2 CONDICIONES DE VULNERABILIDAD DE LA POBLACIÓN EXISTENTE EN EL SECTOR BRIONES FRENTE AL PROCESO DE DESLIZAMIENTO Y AL REASENTAMIENTO EN LUGARES SEGUROS .	115
4.3 IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS ALTERNATIVAS DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES DE PREVENCIÓN O MITIGACIÓN PARA DISMINUIR EL GRADO DE PELIGROSIDAD DEL EVENTO.....	126
CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	133
5.2 CONCLUSIONES .....	133
5.3 RECOMENDACIONES .....	134
BIBLIOGRAFÍA .....	135
ANEXOS.....	141
ANEXO 1. MATRIZ DE VARIABLES DE VULNERABILIDAD FISICO- ESTRUCTURAL ANTE AMENAZAS DE DESLIZAMIENTO, INUNDACIÓN, SISMOS, ERUPCIONES VOLCÁNICAS .....	142
ANEXO 2. ENCUESTA REALIZADA A LOS JEFES O JEFAS DE FAMILIA DEL SECTOR BRIONES.....	144
ANEXO 3. APLICACIÓN DE LA MATRIZ DE EVALUACIÓN FISICO- ESTRUCTURAL DE 139 VIVIENDAS EN EL SECTOR BRIONES .....	147
ANEXO 4. MAPAS CARTOGRAFICOS TAMAÑO A3. ....	148

## Índice de Cuadros

Cuadro 1. Definiciones de términos .....	39
Cuadro 2. Correlación entre clasificaciones de deslizamientos de tipo de flujos.....	42
Cuadro 3. Clasificación abreviada de movimientos de ladera.....	43
Cuadro 4. Parámetros evaluación de la amenaza por movimientos en masa .....	79
Cuadro 5. Factores condicionantes modelo movimientos en masa .....	80

## Índice de Tablas

Tabla 1.Etnografía del cantón Portoviejo .....	24
Tabla 2.Barreras vivas .....	68
Tabla 3.Original del método para la estimación de la susceptibilidad de deslizamientos considerando los factores topográficos e históricos.....	81
Tabla 4.Método para la estimación de la susceptibilidad de deslizamientos considerando los factores geomorfológicos y ambientales.....	81
Tabla 5.Método para la estimación de la susceptibilidad de deslizamientos considerando los factores geotécnicos.....	82
Tabla 6.Parámetros de evaluación de susceptibilidad a deslizamiento. ....	83
Tabla 7.Caracterización de la vulnerabilidad física estructural ante amenaza de deslizamiento .....	85
Tabla 8.Calificación del nivel de vulnerabilidad .....	86
Tabla 9.Perforaciones para ensayos de estratificaciones de suelo.....	98
Tabla 10.Rangos, niveles y valor de cálculo considerados para pendientes.....	100
Tabla 11.Pendiente-Muy bajo.....	100
Tabla 12.Pendiente-Bajo.....	100
Tabla 13.Pendiente-Media.....	101
Tabla 14.Pendiente-Alta .....	101
Tabla 15.Pendiente-Muy alta.....	101
Tabla 16.Tabla modificada para la estimación de la susceptibilidad de deslizamientos de laderas considerando los factores topográficos e históricos. ....	103
Tabla 17.Modificada del método para la estimación de la susceptibilidad de deslizamientos de laderas considerando los factores geomorfológicos y ambientales. ....	109
Tabla 18.Factores condicionantes y desencadenantes con indicadores cualitativos y cuantitativos, mismos que se les genera un valor de indicador. ....	112
Tabla 19.Clasificación y descripción de los niveles de amenaza .....	113
Tabla 20.Sistema estructural.....	117
Tabla 21.Estado de las paredes. ....	118
Tabla 22.Número de pisos .....	119
Tabla 23.Años de construcción de la vivienda. ....	120
Tabla 24.Estado de conservación.....	121

Tabla 25.Topografía y características del suelo.....	122
Tabla 26.Vulnerabilidad de las viviendas del sector Briones.....	122
Tabla 27.Reubicación .....	123
Tabla 28.Servicios básicos.....	124
Tabla 29.Propiedad del predio .....	124
Tabla 30.Composición familiar .....	125
Tabla 31.Personas con discapacidad.....	125
Tabla 32.Lugar de encuentro .....	125
Tabla 33.precios unitarios-pedraplén.....	130

## Índice de Gráficos

Gráfico 1.Población por sexos del cantón Portoviejo.....	24
Gráfico 2.Tipología de viviendas predominantes en el sector.....	117
Gráfico 3.Estado relativo de las paredes de la vivienda. ....	118
Gráfico 4. Número de pisos .....	119
Gráfico 5.años de construcción de las viviendas .....	120
Gráfico 6.estado de conservación .....	121

## Índice de Mapas

Mapa 1.Mapa de localización del Cantón Portoviejo .....	23
Mapa 2.Isoyetas de la zona 4 Manabí Santo Domingo 1981-2010 .....	26
Mapa 3.Tipo de suelos del Cantón Portoviejo .....	27
Mapa 4.Geomorfología del Cantón Portoviejo.....	28
Mapa 5.Sector Briones del Cantón Portoviejo.....	32
Mapa 6.Geología del sector Briones .....	97
Mapa 7.Geo localización de puntos de control en la zona de intervención .....	98
Mapa 8.representación de pendiente del sector Briones .....	102
Mapa 9.Unidades morfológicas, del Cantón Portoviejo .....	104
<i>Mapa 10.Geomorfología local de Briones. ....</i>	<i>108</i>
Mapa 11.Uso de suelo y Cobertura Vegetal. ....	111
Mapa 12.Susceptibilidad de deslizamiento factor condicionante. ....	114
Mapa 13.susceptibilidad de deslizamiento activo y latente con Factor desencadenante .....	115
Mapa 14.Georreferenciación de viviendas .....	116
Mapa 15.de vulnerabilidad estructural de las viviendas .....	123
Mapa 16.Nivel de importancia de amenaza y vulnerabilidad.....	127
Mapa 17.Representación de drenaje en el sector Briones .....	128
Mapa 18.Puntos de colocación de muros de Gaviones.....	129
Mapa 19.Reasentamiento del sector Briones .....	131

## Índice de Imágenes

Imagen 1.Sector Briones en el año 1961 .....	33
Imagen 2.Recopilación de imagen 1977, sector Briones.....	34
Imagen 3.Imagen aérea del sector Briones 1994 al 2018 .....	35
Imagen 4.Caída de bloques .....	44
Imagen 5.Representación de caída en bloque .....	45
Imagen 6.Deslizamiento .....	45
Imagen 7.Representación de deslizamiento sector Briones.....	46
Imagen 8.Representación de deslizamiento de traslación .....	47
Imagen 9.Representación de flujo .....	48
Imagen 10.Representación de flujo de residuos .....	49
Imagen 11.Representación de flujo de lodo.....	50
Imagen 12.Diferencia con las Inundaciones. ....	52
Imagen 13.Representación de ocupación y uso de suelo.....	56
Imagen 14.Deslizamiento y erosión producidos por actividades antrópicas. ....	56
Imagen 15.Alteración de suelo por infiltraciones antrópicas. ....	57
Imagen 16.Diseños de terraplén.....	60
Imagen 17.diseños de Llaves de cortante en terraplenes .....	61
Imagen 18.Diseños de alivio de drenaje .....	62
Imagen 19a.Diseños de posos de alivio de drenaje .....	63
Imagen 20.Caissons acampanados.....	65
Imagen 21.diseños de medidas preventivas capas vegetales .....	67
Imagen 22.diseños de medidas preventivas barreras vivas.....	68
Imagen 23.Diseños de medidas preventivas barreras vivas.....	69
Imagen 24.Planta vetiver .....	70
Imagen 25.Cuencas sedimentarias de la costa ecuatoriana.....	91
Imagen 26.Afloramiento de lutitas altamente fracturadas en el punto de coordenadas 561428 E -9884417 N.....	94
Imagen 27.Recopilación de Imagen 1961.....	110
Imagen 28.diseño de pedrales .....	130

## **RESUMEN EJECUTIVO.**

El estudio de caso del “Asentamiento en zona de riesgos: caso del proceso de deslizamiento del sector “Briones”, 2017 parroquia San Pablo, del cantón Portoviejo de la Provincia de Manabí”, constituye un tema minuciosamente escogido, debido a las diferentes problemáticas que presenta el sector, siendo referencia al deslizamiento ocurrido el 6 de Enero del 2017, luego de casi un año del terremoto del 16 de Abril del 2016, para la presente investigación se tomaron en cuenta actores claves con la participación de los representantes de la comunidad y representantes del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Portoviejo.

El objetivo general de la investigación se enmarca en “Analizar el proceso de deslizamiento ocurrido en el sector Briones de la Parroquia San Pablo del Cantón Portoviejo Provincia de Manabí en año 2017. Con esta información se realizó una zonificación del área de estudio con diferentes grados de peligrosidad de la amenaza, lo cual permitirá **definir, identificar y ubicar alternativas de intervención**, con obras de protección o mitigación, para disminuir el grado de peligrosidad del fenómeno, donde fuera posible, como eventualmente definir zonas de riesgos no mitigables, para lo cual será necesario sugerir la reubicación de la población, determinar los daños provocados a las viviendas y servicios básicos, cuando se han presentado condiciones negativas que den origen a la desmaterialización de un evento con resultados destructivos.

Se definió un modelo a detalle del proceso de deslizamiento en los aspectos geológicos, hidrogeológicos y topográficos, con los grados de peligrosidad.

La vulnerabilidad físico estructural de las viviendas existentes en este sector tienen una ponderación de alta y media, lo cual permitió la identificación y ubicación de alternativas de intervención con obras de protección o mitigación (estructural y no estructural) para disminuir el grado de peligrosidad del fenómeno en estudio (deslizamiento), que actúen en compatibilidad con las áreas de mayor amenaza y exposición; en las zonas, donde existe la delimitación de zona de riesgo no mitigable, será necesario sugerir la reubicación.

## **INTRODUCCIÓN.**

La población del sector Briones de la parroquia San Pablo del cantón Portoviejo en la provincia de Manabí, fue creada aproximadamente en el año 1961 como zona periurbana, en ese entonces existían escasas 15 viviendas de características típicas (madera y caña). A medida, que fueron pasando los años surgieron nuevos asentamientos en el sector, debido al desconocimiento del riesgo latente en varios puntos críticos como: la crecida de siete quebradas nacientes desde la parte alta de la colina, mismas que años posteriores fueron rellenadas con materiales no consolidados, más sumado a la tala de bosque nativos (algarrobo y ceibo) y degradación del suelo, fueron creando condiciones inseguras para los habitantes, incrementando el nivel de vulnerabilidad frente a la amenaza de deslizamiento.

La población entre los años 1994 a 2000 fue significativa, aumentando las condiciones de riesgos debido a la deforestación para el aprovechamiento de sembríos de cultivos de ciclo corto (maíz, maní), provocando la degradación y erosión del suelo desde la parte alta de la colina, en su mayor parte este riesgo fue aumentando por falta de planes de inclusión social para resolver la problemática de migración interna del campo a la ciudad, y tener una reducción de migración poblacional.

La situación económica de las familias obliga a que las construcciones de viviendas en el sector sean edificadas sin respetar las normativas vigentes, en base a estos aspectos los problemas se fueron agudizando, provocando erosión y escorrentías superficiales con arrastre de material suelto desde la parte alta, afectado a la población asentada en parte inferior de la colina, así como el colapso de alcantarillas y la obstaculización de las vías principales.

En año 1998 el fenómeno del niño por su intensidad da lugar a los primeros episodios de desplazamiento de tierra en la comunidad, donde se vieron afectadas cuatro viviendas, que fueron desalojadas, ubicando a los damnificados en familias acogientes.

Luego de 14 años del primer episodio de deslizamiento, en el año 2012 debido al incremento de la deforestación y el aumento estructural habitacional sumado la

presencia de fuerte temporada invernal da como resultado un deslizamiento de tierra afectando a las familias que se encontraban en la parte baja de la colina; ochenta y cuatro familias fueron damnificadas y trasladadas al albergue provisional el Concorde, posteriormente fueron reubicadas en el conjunto habitacional de Picoaza.

En el año 2017 se presentan intensas lluvias, que provocan la saturación del suelo, ocasionando el desplazamiento de tierra, de aproximadamente 200 m<sup>3</sup>, damnificando a 98 familias de la comunidad que perdieron sus viviendas, la intervención del municipio de Portoviejo logró ubicar 64 familias en la zona de reasentamiento y las demás se encuentran en familias acogientes. Cabe indicar que en el sector Briones, aún persiste el problema de riesgos latente por deslizamiento y pese a las soluciones estructurales y no estructurales del sector se prevé la reubicación de 450 familias que se encuentran en zona de alto riesgo y de sufrir daños por la desmaterialización de la amenaza.

El documento que contiene el presente estudio de caso está estructurado en capítulos, en cada uno de ellos se ha ido desarrollando desde el problema, las bases teóricas científicas que sustentan el estudio, la metodología, los resultados obtenidos, conclusiones y recomendaciones con las cuales concluye el documento. Además, los anexos respectivos que contienen los cálculos efectuados.

# CAPÍTULO 1: EL PROBLEMA

## 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La ciudad de Portoviejo presenta un relieve bastante irregular, se encuentra a 37 metros sobre el nivel del mar, el sistema orográfico tiene elevaciones que se aproxima hasta 250 msnm, entre ellos tenemos las colinas: Parroquia San Pablo, Andrés de Vera, Francisco Pacheco, las cuales se encuentran en la actualidad densamente pobladas.

Dentro de la Parroquia San Pablo se encuentra el sector “Briones” que está situado al Nor Este de la ciudad de la ciudad de Portoviejo, según tomas satelitales del año 1961 era una colina totalmente deshabitada presentando indicios de actividades agrícolas (IGM, 1961)

A partir del año 1977 se registra los primeros asentamientos irregulares migratorios desde la zona rural hacia la ciudad, en la actualidad existen un aproximado de 2000 habitantes en 400 viviendas (Cruz Roja Herramientas AVC, 2018).

El sector Briones está asentado en una Geología local, dominada por una secuencia de lutitas de color beige a blanquecinas fisibles y altamente fracturadas, que han desarrollado una cobertura de depósitos aluviales, también se ha observado la presencia de bloques de lutitas calcáreas hacia el lado oriental de la ciudadela. (Subsuelo Servicios, 2017)

Ante la presencia de las fuertes precipitaciones registradas durante los meses de Enero y Febrero del 2017 (392.1 mm/h) reportadas por las unidades meteorológica de la Universidad Técnica de Manabí (UTM), y del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2010), se pudo verificar de manera inmediata los efectos negativos, generando escorrentías superficiales e infiltración de aguas lluvias ocasionando la saturación del suelo, se detectó un proceso de deslizamiento, causando la destrucción de varias viviendas dejando como resultado 97 familias damnificadas, estos eventos se han mantenido latentes durante varias épocas lluviosas en las colina del sector.

La población Briones se encuentran de forma muy concentrada entre sí, estas concentraciones habitacionales al no contar con adecuado manejo de las aguas lluvias y servidas ha permitido la infiltración de agua lluvia hasta el interior del macizo rocoso (15 metros de profundidad) (Subsuelo Servicios, 2017), dando lugar a la formación de patinas de óxidos de hierro y manganeso en las superficies de las discontinuidades de las formaciones geológicas.

Los asentamientos de la población Briones en esta zona de riesgos por procesos de deslizamientos conllevan sinnúmeros de afectaciones de forma constante, generando inseguridad a sus habitantes con pérdidas tanto económicas y probable pérdida de vidas humanas.

A causa de este problema latente el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Portoviejo ha generado gastos del presupuesto local, dejando claro que estos gastos son para soluciones paliativas, y que no son de inversión prospectiva hacia la reducción de riesgos.

## 1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Cómo el estudio de asentamiento en zona de riesgos: caso del proceso de deslizamiento del sector “Briones”, aportaría a la reducción de futuros asentamientos en estas áreas inestables?

## 1.2. OBJETIVOS

### 1.2.1. Objetivo general.

Analizar el asentamiento en zona de riesgos: caso del proceso de deslizamiento del sector “Briones”,2017 mediante la descripción de los estudios levantados Geológicos-Geomorfológico, hidrogeológicos y sociales

### 1.2.2. Objetivos Específicos.

- 1) Describir la información disponible sobre las características topográficas geológicas geomorfológicas ambientales que permiten efectuar un

diagnóstico del proceso de deslizamiento del sector Briones de la parroquia San Pablo

- 2) Explicar las condiciones de vulnerabilidad existentes mediante las percepciones de la población frente al proceso de deslizamiento y al reasentamiento en lugares seguros.
- 3) Identificar medidas alternativas de intervención estructurales y no estructurales de prevención o mitigación para disminuir el grado de peligrosidad del evento.

### 1.3. JUSTIFICACIÓN

En el Ecuador son mucho los esfuerzos que se han empleado para generar información técnica-científica sobre las principales amenazas naturales y socio-naturales existentes en todo el territorio nacional, a través de la implementación de estudios generales y a nivel de detalle en algunos casos.

Las principales amenazas estudiadas por las diferentes instancias nacionales e internacionales en el territorio ecuatoriano han sido los eventos sísmicos, erupciones volcánicas, inundaciones, el fenómeno “El Niño” y “la Niña”, los movimientos de remoción en masa y los tsunamis.

A raíz de la ocurrencia del fenómeno “El Niño” en los años 1997-1998, en la provincia de Manabí se intensificó el estudio de los riesgos que generan las amenazas socio-naturales como: los deslizamientos y las inundaciones, a través de los proyectos de reducción de riesgos ejecutados por el PREDECAN, la COSUDE y la Ex-Dirección Nacional de Defensa Civil( Secretaria de Gestión de Riesgos), en el cantón Portoviejo y la línea de los proyectos DIPECHO de preparación para desastres en los cantones: Santa Ana, Portoviejo, Rocafuerte, Sucre, San Vicente y Jipijapa. (PREDECAN COSUDE, 2009)

La ciudad de Portoviejo según su orografía presenta terrenos ondulados con profusión de colinas, por lo cual las quebradas se muestran de diferentes características en cuanto a su geometría, ante lo expuesto es imperativo proceder con la intervención para la reducción de riesgos con obras de mitigación y así evitar posibles desastres y afectaciones, se debe realizar una valoración geológico-

geomorfológico, cobertura, uso de suelo y pendientes, todo esto para zonificar y realizar un análisis macro dentro de la comunidad Briones y así evitar los asentamientos irregulares en zonas declaradas de alto riesgo.

En el sector Briones de la Parroquia San Pablo, la población se encuentra asentada en una zona de alta susceptibilidad a movimientos en masa debido al debilitamiento del terreno causados por la deforestación, construcciones de vías, viviendas, pozos ciegos, entre otros (Chachalo, 2017), como resultado da ocasión a que el régimen hídrico estacional confluya entre los factores ya mencionado que contribuya a los procesos de movimiento en masa (deslizamiento)

La Briones se encuentra asentada sobre paquetes de rocas sedimentarias, que son generalmente más porosas y tienen mayores contenidos de agua. (Chachalo, 2017)

Adicionalmente el problema se incrementa por la falta de cobertura de servicios básicos, provocando procesos de degradación y saturación del suelo; la no implementación de obras elementales de drenajes de aguas lluvias, sistema de alcantarillado, provoca inundaciones superficiales por escorrentía y erosión secuencial del suelo, generando procesos de movimientos en masa, ocasionando severos daños en los servicios básicos e infraestructuras habitacionales. (Chachalo, 2017),

La importancia del estudio es conocer cuáles han sido las principales causas del proceso de deslizamiento que se ha venido presentado en el sector la Briones, ya que en particular confluyen un sinnúmero de factores, que se tendrán que analizar, para así poder determinar o establecer las causas y sus efectos que provoca el deslizamiento, a su vez buscar medidas de intervención estructural y no estructural que permita ir reduciendo el riesgo de afectación a la población.

El estudio de caso permitirá conocer la realidad local, reducir paulatinamente la problemática de generación de nuevos riesgos, con enfoque a futuras intervenciones de planificación local, tomando en consideración la situación económica de las familias que determina la construcción de viviendas sin respetar las normativas vigentes.

#### 1.4. LIMITACIONES.

Para el presente estudio de caso se han presentado ciertas limitaciones que han ido generando problemas debido al desconocimiento y a la no aceptación por parte de la población y líderes comunitarios de los riesgos existentes y predominio de las condiciones de vulnerabilidad en los factores físicos, económicos y sociales frente al grado de exposición a la amenaza por deslizamiento.

- ❖ Poco interés de los líderes comunitarios en la incorporación de la gestión de riesgos dentro de sus planificaciones.
- ❖ Falta de recursos propios para la incorporación de obras de mitigación y prevención en la zona delimitadas como zonas de alto riesgos por deslizamiento.
- ❖ Escasa disponibilidad de los líderes comunitarios, impidiendo la celeridad para los procesos de levantamiento y sistematización de la información.
- ❖ Condiciones climatológicas desfavorables y el difícil acceso a las viviendas.

## CAPITULO 2: MARCO TEORICO

### 2.1. CONTEXTUALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

#### 2.1.1. Generalidades del Cantón Portoviejo, Parroquia San Pablo: Sector Briones.

La ciudad de Portoviejo, nombrada oficialmente San Gregorio de Portoviejo y fundada como Villa Nueva de San Gregorio de Puerto Viejo, es la ciudad más poblada de la provincia de Manabí con 280.029 habitantes (INEC, 2010) , en el Ecuador es la séptima más poblada del país, siendo la cabecera cantonal del cantón homónimo, Portoviejo, y se localiza a 28 km de la costa, tiene una superficie de 954,9km<sup>2</sup> (GAD Portoviejo, 2011).

Esta urbe es considerada la primera ciudad asentada en la región litoral del Ecuador y una de las primeras villas españolas fundadas en el contexto expansivo característico del Virreinato del Perú, (PREDECAM; CUSSE; DIPECHO, 2008) . Fue fundada el 12 de marzo de 1535 por el Capitán español Francisco Pacheco, quien era un oficial del ejército conquistador de Diego de Almagro.

La ciudad, por estar localizada en la costa ecuatoriana, presenta muchos atractivos turísticos dentro y fuera de la urbe, posee entre ellos las playas de Crucita, el Estuario La Boca, La laguna del Encanto ubicada en la parroquia San Placido (muy poca visitada) la cual esconde misterios en sus aguas, el Parque ecológico Mamey, que está ubicado a un lado del Río Portoviejo. El Jardín Universitario, El Parque Forestal y recientemente inaugurado el Parque la Rotonda, que se constituye en un icono del ornato y esparcimiento ciudadano. (PREDECAM; CUSSE; DIPECHO, 2008)

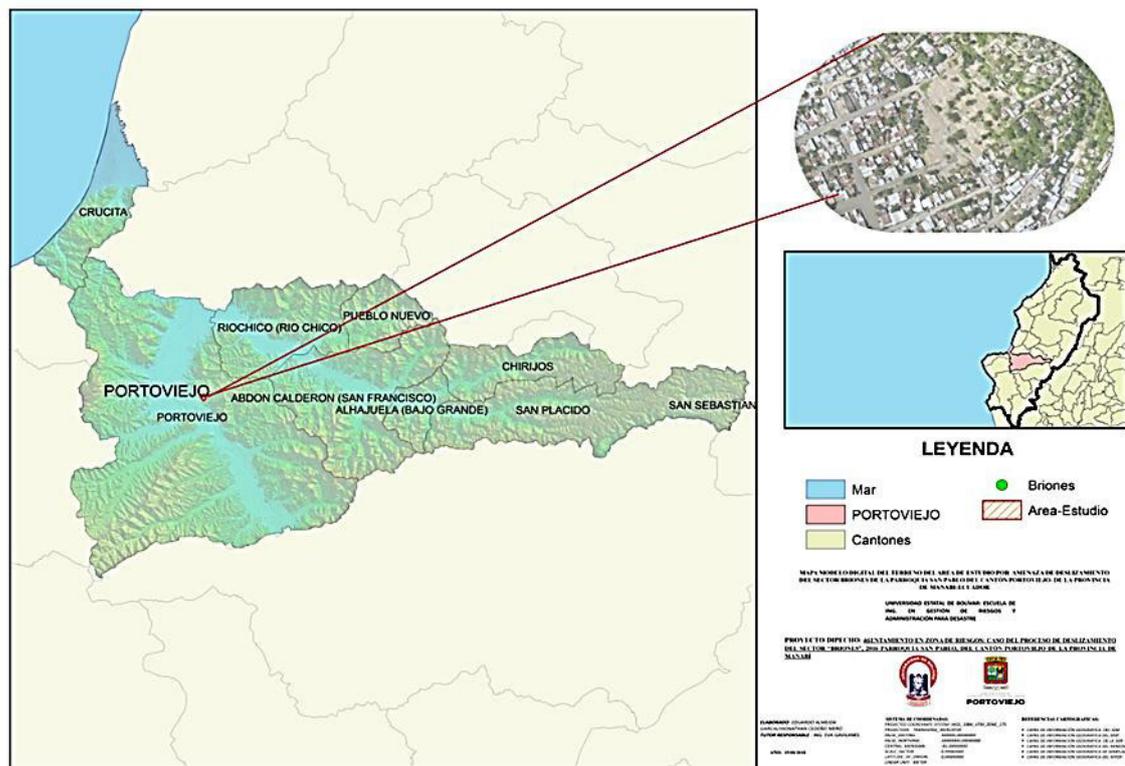
Está rodeado de colinas que dejan en el centro un valle, con lugares llenos de historia como el Cerro Jaboncillo, el cual se cree es la cuna de las culturas Manteña que se expandieron por todo el perfil costero.

#### Localización geográfica del cantón.

El Cantón está ubicado en la microrregión centro de la provincia de Manabí, República del Ecuador, América del Sur. En términos de promoción turística, se empieza a conocer como la “Ruta Spondylus”, un territorio con importantes zonas agrícolas, ganaderas y otros. Mantiene significativos remanentes de bosques secos nativos, relevantes escénicos paisajísticos y un apreciable patrimonio cultural.

Sus coordenadas en proyección UTM son: 9883447 y 560697 (Mapa 1). Se encuentra situada a 140 Km al noroeste de Guayaquil, gran parte de su población está situada en las márgenes del río Portoviejo, son tierras bajas y de poca pendiente, razón por la cual las crecientes del río se caracterizan por afectar grandes extensiones de terreno (GAD Portoviejo, 2011)

Mapa 1. Mapa de localización del Cantón Portoviejo



Fuente: (GAD Municipal Portoviejo, 2017)  
Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2017.

Históricamente la zona de Portoviejo, se la encuentra en un área de déficit hídrico por las características propias de su territorio, pese a encontrarse ente las cuencas hidrográficas de los ríos Portoviejo y Riochico, siendo estos un sistema hidrográfico independiente que nace en la Cordillera Costanera y desemboca en el Océano Pacífico, con un recorrido de 123 Km (Salazar, 2015).

### Demografía

El cantón Portoviejo, tiene una población de 280.029 habitantes, de los cuales 137.969 pertenecen al sexo masculino y 142060 al femenino (Gráfico 1), es la ciudad más poblada de Manabí, y la séptima del Ecuador.

Población compuesta mayoritariamente por mestizos y descendientes de españoles, italianos, libaneses y descendientes de las culturas nativas de la zona (INEC, 2010).

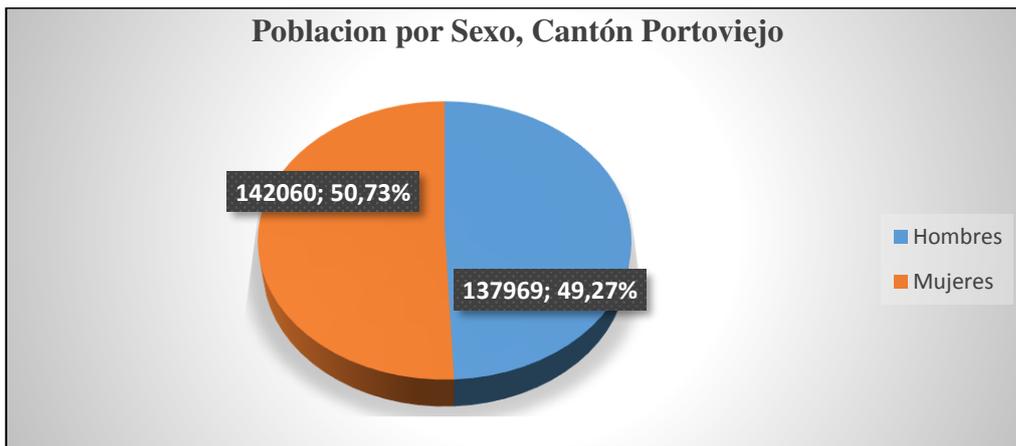


Gráfico 1. Población por sexos del cantón Portoviejo

Fuente: (INEC, 2010)

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño, 2017.

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos del Ecuador, en el censo realizado en 2010, la composición etnográfica del cantón Portoviejo es:

Tabla 1. Etnografía del cantón Portoviejo

Mestizos	Blancos	Afroecuatorianos	Indígenas	Montubio	Otros
67,924%	5,670%	5,265%	0,165%	0,227%	0,2%

Fuente: (INEC, 2010)

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño, 2017.

## Clima, Temperatura y Humedad

Portoviejo está ubicado en un valle muy cálido, con temperaturas que en ciertas épocas del año alcanzan hasta los 35°C, en los meses de lluvia (de enero hasta mayo) la humedad aumenta con la elevación de la temperatura, en la época seca (de junio hasta diciembre) la temperatura disminuye hasta los 17°C (agosto), las tardes y noches son bastante frescas. (PREDECAM; CUSSE; DIPECHO, 2008)

En el área urbana de la ciudad de Portoviejo la temperatura media anual es de 25°C, su clima está clasificado como Subtropical Semiseco por la influencia de la corriente de Humboldt.

La temperatura en el cantón varía de la siguiente manera:

### **Periodo de verano, desde junio hasta diciembre:**

- ❖ Temperatura máxima: 32 grados centígrados
- ❖ Temperatura media de: 25 grados centígrados
- ❖ Temperatura mínima de: 17 grados centígrados

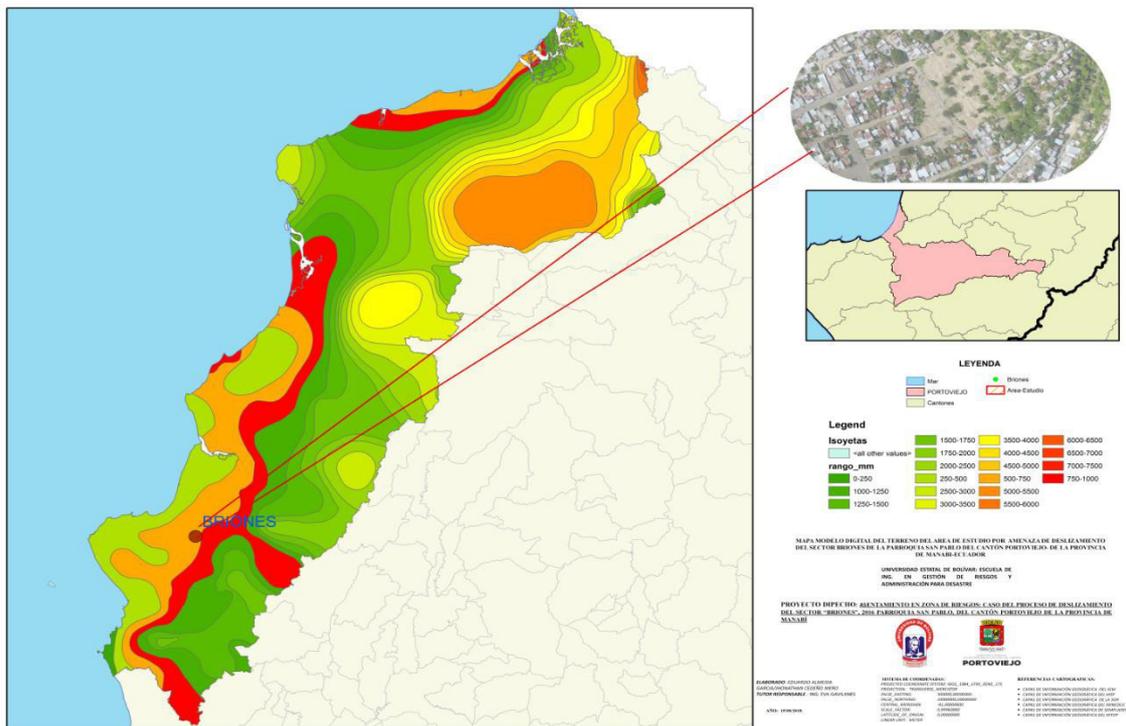
### **Periodo de invierno, desde enero hasta mayo:**

- ❖ Temperatura máxima: 35 grados centígrados
- ❖ Temperatura media de: 24 a 28 grados centígrados
- ❖ La humedad relativa en los meses de invierno es de 98%.

Portoviejo históricamente ha contado con temperaturas medias anuales de 24,2°C a 25,6°C, llegando a ser más cálido en la estación invernal más, frío en el verano

Las precipitaciones anuales no superan los 500 mm<sup>3</sup>(Mapa2), árido (suelos formados por fragmentos de arenas o rocas), a semiárido (suelos de clima seco, sabanas) y están concentradas en una sola estación lluviosa (tropical), de enero a abril, con una alta irregularidad de la precipitación debido a la episódica aparición del fenómeno “El Niño”.

El cantón Portoviejo es muy afectado en épocas de sequía, donde el agua para consumo humano y animal debe ser abastecida desde lugares muy distantes, específicamente de vertientes, parte de esta agua, es entubada y llevada a las poblaciones más numerosas; la producción agrícola es muy esporádica, se reduce aún más en tiempos de déficit hídrico, pues depende de las lluvias invernales. (PREDECAM; CUSSE; DIPECHO, 2008)



Mapa 2. Isoyetas de la zona 4 Manabí Santo Domingo 1981-2010

Fuente: (INAMHI, 2010)

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño, 2017

### Litología

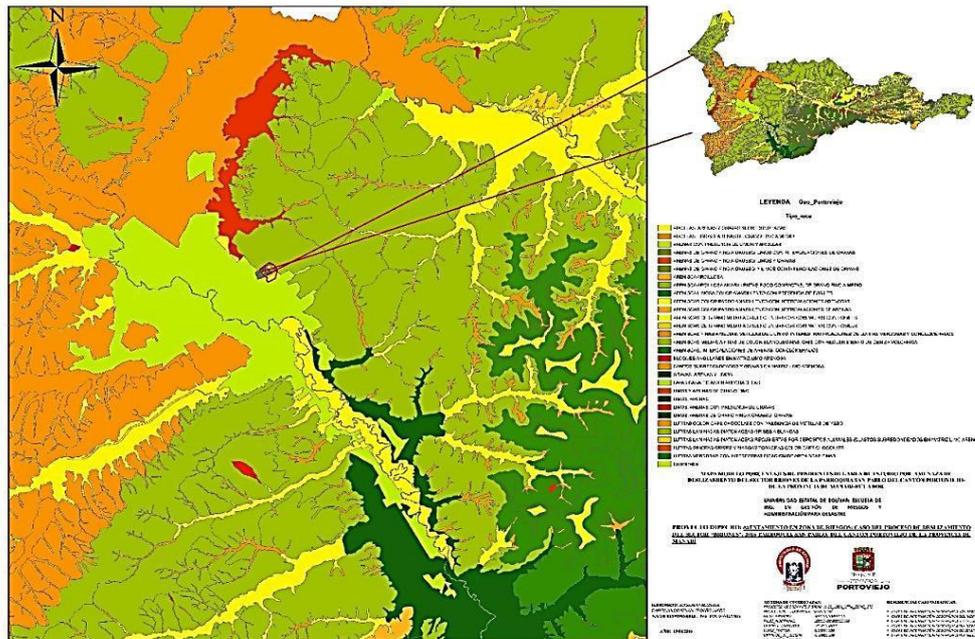
El área urbana de la ciudad de Portoviejo está emplazada en el valle del río Portoviejo, tiene características topográficas regulares, no obstante, cabe anotar que la urbanización se está desarrollando, inclusive, sobre las estribaciones de algunas colinas que rodean la ciudad, en los flancos oriental y occidental (PREDECAM; CUSSE; DIPECHO, 2008)

En la litología predominan las areniscas sobre colinas de fuerte pendiente de 40 a 70% (Mapa 3), donde existen las areniscas se encuentra un suelo desarrollado con horizontes de meteorización o alteración, poco profundo (20-40 cm de espesor), de

textura limoso y en proceso de erosión. Tiene buenas condiciones para la agricultura y ganadería por ser relativamente fértiles y planos, sin embargo, la escasez de agua es un factor limitante para su aprovechamiento en forma intensiva (Fernandez, 1994).

Los suelos del valle son arenosos arcillosos, los suelos de las laderas son arcillosos (Ulloa & Narvaez, 1998). En las vegas de los ríos, los suelos tienden a ser sueltos y arenosos, esta región puede ser calificada como pobre en nitrógeno, media en fósforo

y rica en potasio (Uquil las J., 1987)



Mapa 3. Tipo de suelos del Cantón Portoviejo

Fuente: (GAD Portoviejo, 2011)  
Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño, 2017

### Geomorfología

Los factores más importantes en la "construcción" de un paisaje son: el clima, la geología y el desgaste estructural. En este sentido, la geología y el clima han sido los factores que han determinado la geomorfología que predomina en la zona de estudio; por ejemplo, la escasez de lluvias en buena parte de las cuencas ha definido cauces de muy baja capacidad de drenaje, muy vulnerables frente a eventos extremos, ya que debido a su dimensión tienden inmediatamente a desbordarse, especialmente cuando se producen crecidas instantáneas de gran magnitud (GAD Portoviejo, 2011). En el cantón Portoviejo es posible identificar una gran unidad geomorfológica:



cota máxima permisible para la dotación del servicio de agua potable, que es de 70 metros, según las ordenanzas y estudios técnicos realizados.

Es necesario precisar que el medio físico de la ciudad se ha visto gravemente afectado, por la ocupación precaria y antitécnica de las colinas que circundan a la ciudad, eliminando los árboles y arbustos que retenían los suelos y evitaban la formación de las correntadas de lodo, que actualmente se precipitan sobre las calles del centro de Portoviejo, obstruyendo alcantarillas y provocando escorrentía e inundaciones. (GAD Portoviejo, 2011)

La estructura de la zona rural es diferente, al ser zonas dedicadas exclusivamente a las actividades agropecuarias, con cabeceras parroquiales asentadas en las vías principales de conectividad interprovincial, los centros poblados tienen la influencia de los ríos y en la parte baja de las elevaciones e incluso se ven afectadas en épocas invernales por las crecientes (GAD Portoviejo, 2011)

Un caso especial en el cantón Portoviejo es la parroquia rural de Crucita ya que es la única con salida al mar y su entorno se ve bastante afectado por procesos de erosión eólica e hidráulica.

### Educación

La población estudiantil de las unidades educativas del cantón Portoviejo, se caracteriza por contar con edades de entre 5 a 17 años, en el caso de incluir los centros de bachillerato, de 5 a 14 años, en unidades de educación general básica, tomando en consideración los 84.388 estudiantes de las 489 unidades educativas, fiscales y particulares de Portoviejo, registradas en el catastro del Ministerio de Educación.

En cuanto a centros de educación superior, Portoviejo tiene tres Institutos Tecnológicos Superiores, “Paulo Emilio Macías”, con carreras técnicas en mecánica y agropecuaria, el Instituto “San Pedro”, con educación en ciencias religiosas y promoción social y el “ITSUP”, con carreras informáticas y administrativas.

Existen universidades con matriz en Portoviejo, la Universidad Técnica de Manabí, con carreras técnicas, médicas, matemáticas, sociales y administrativas; y la Universidad San Gregorio de Portoviejo, con carreras administrativas, técnicas, computacionales y sociales.

Portoviejo cuenta además con tres sucursales o sedes de universidades de la PUCE, la UTPL, la UCSG, en donde se cursan carreras a distancia y semipresenciales, en áreas administrativas, docencia y sociales como derecho.

### Salud

Portoviejo, cuenta con dos hospitales de primer nivel, uno, el Hospital Regional Verdi Cevallos Balda, perteneciente al MSP, y el otro, hospital perteneciente al IESS.

Asimismo, cuenta con varios centros de salud, entre ellos los más importantes son el Centro de Salud de Andrés de Vera, el C.S San Pablo, el C.S. Portoviejo, el C.S. Francisco Pacheco, C.S Abdón Calderón, C.S. Colon, C.S. Crucita, entre otros, los cuales, brindan atención medica de manera gratuita a los más de 280.000 habitantes del Cantón Portoviejo.

La infraestructura de salud es de primer orden, teniendo inclusive construido el Hospital de Especialidades Médicas, uno de los mejores y más modernos del Ecuador, pero, por la situación económica del país, y por este periodo de austeridad que vivimos, no ha podido ser implementado con maquinarias, equipos y personal médico. (PREDECAM; CUSSE; DIPECHO, 2008)

El MSP, en el cantón Portoviejo, posee 6 ambulancias distribuidas de la siguiente forma:

- ❖ Hospital Verdi Cevallos Balda: 4
- ❖ C.S. Calderón: 1
- ❖ C.S. Crucita: 1

Mientras que el Hospital del IESS, posee don ambulancias operativas.

Cabe destacar en este inciso, que los problemas médicos predominantes en los habitantes del cantón son: diabetes, hipertensión, problemas cardiacos, enfermedades digestivas y enfermedades respiratorias, siendo común contraer enfermedades de tipo viral conocidas como enfermedades tropicales, de índole inflamatorio, que afectan principalmente a los niños y poblaciones vulnerables, teniendo entre estas el Dengue, el Chagas, Zika, el Chicungunya, fiebre Amarilla, Leishmaniasis, Cólera, entre otras.

### Sector Briones de parroquia peri-urbana de la parroquia San Pablo

El sector Briones de la parroquia San Pablo (Mapa5), de la ciudad fue creada aproximadamente en el año 1970 como zona peri-urbana, en ese entonces existían escasas 20 viviendas de características típicas (madera y caña), construidas con materiales endémicos de la zona. A medida, que fueron pasando los años surgieron nuevos asentamientos en el sector, debido al desconocimiento de riesgo latente, por ejemplo en varios puntos críticos del sector se presentaban la crecida de 7 quebradas nacientes desde la parte alta de la colina, misma que años posteriores fueron rellenadas por materiales no consolidados, sumado a la tala de bosque nativos (algarrobo y ceibo) y degradación del suelo fueron creando condiciones inseguras para los habitantes, incrementando el nivel de vulnerabilidad frente a la amenaza de deslizamiento. En ese entonces aún no se presentaban o eran poco evidentes sus afectaciones, por el bajo grado de intervención e impacto a la naturaleza. (Cruz Roja Herramientas AVC, 2018)

El incremento de la población del sector se da entre los años 1977 a 2000 a su vez aumentando las condiciones de riesgos debido a la deforestación para el aprovechamiento de sembríos de cultivos de ciclo corto (maíz, maní) provocando la degradación y erosión del suelo desde la parte alta de la colina, y al no contar con planes de inclusión social para resolver la problemática de migración interna del campo a la ciudad.

Los riesgos identificados en el sector Briones son procesos de deslizamientos, tomando en consideración que las situaciones económicas de las familias obligan a que las construcciones de viviendas en el sector se las realice sin respetar las normativas vigentes, en base a estos aspectos los problemas se fueron agudizando provocando erosión y escorrentías superficiales con arrastre de material suelto, desde la parte alta, afectado a las poblaciones asentada en la parte inferior de la colina así como el colapso de alcantarillas y la obstaculización de las vías principales.



Mapa 5.Sector Briones del Cantón Portoviejo

Fuente: (GAD Portoviejo, 2011)

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018

En base a lo expuesto en el texto anterior se vio la necesidad de incorporar algunos datos importantes que serán relevantes para el estudio de caso propuesto, para entender un poco más la dinámica de los eventos presentados en base a la cronología de crecimiento poblacional del sector Briones se procedió a la recopilación de Aerofotos satelitales que nos permitirá tener una idea más clara de su crecimiento, para este análisis se tomara en cuenta imágenes desde el año 1961, 1977, 1994 y 2018

En este año como se puede observar claramente, (Imagen 1) del año 1961 no se evidencian impactos de servicios estructurales o habitaciones en el sector Briones, pero sin embargo hacia la zona noroeste se puede observar evidencias de impactos de deforestación sobre la colina, que pudieron ser utilizado para el cultivo de ciclo corto por los habitantes que se encuentran en pie de colina. Si bien es cierto pese a estas prácticas agrícolas no se registra históricamente afectaciones de deslizamiento o escorrentías superficiales, que pudieran afectar a las poblaciones asentadas en la parte inferior de la colina.



Imagen 1. Sector Briones en el año 1961  
Fuente: (IGM, 1961)

Posteriormente en el año 1977 luego de 16 años, (Imagen 2), se puede evidenciar un crecimiento poblacional en el sector Briones de gran importancia, donde se pone en evidencia los primeros asentamientos humanos en el sector, por ende, la generación de impactos medio ambientales y degradación de la misma debido a la deforestación, corte de pendiente para la construcción de viviendas, generación de pozos ciegos, rellenos de las quebradas existentes entre otros, Según el análisis realizado por (Cruz Roja Herramientas AVC, 2018) el crecimiento poblacional desde el año 1961-1977 se dio por la migración del campo a la ciudad o por conceptos de costo de los terrenos que eran más accesibles económicamente, estas prácticas sociales además de formación de eventos destructivos, fueron generando una importante segregación social incrementando la vulnerabilidad basados en la no planificación y desarrollo de la ciudad en esa época.



Imagen 2. Recopilación de imagen 1977, sector Briones

Fuente: (GAD Municipal Portoviejo, 2017)

Entre el año 1994 y 2018 gran parte del territorio del sector Briones fue ocupada casi en su totalidad, los problemas sociales, medio ambientales y económicos se fueron agudizando, creando condiciones de alta vulnerabilidad frente a amenazas naturales, socio-naturales y antrópicas, (Imagen 3), en este periodo se evidenciaron eventos muy importantes como fue el fenómeno el niño en el año 1998 que por su intensidad afectaron varias viviendas de la comunidad, atendidas por ese entonces por la ex Defensa Civil, en el año 2012 debido al incremento de la deforestación y el aumento estructural habitacionales sumado la presencia de fuerte temporada invernal, da como resultado el desplazamiento de tierra, afectando a las familias que se encontraban en la parte alta de la colina, de las cuales, 84 familias fueron damnificadas y trasladadas al albergue provisional el Concorde para posteriormente ser reubicados en conjunto habitacional ubicado en el sector de Picoaza. (Cruz Roja Herramientas AVC, 2018)

En el año 2017 luego de 5 años del evento principal destructivo por el proceso de deslizamiento activo del sector 98 familias de la misma comunidad perdieron sus viviendas; la gestión del municipio ayudó a que las familias damnificadas fueran ubicadas en familias acogiente y en la zona de reasentamiento del sector Picoaza

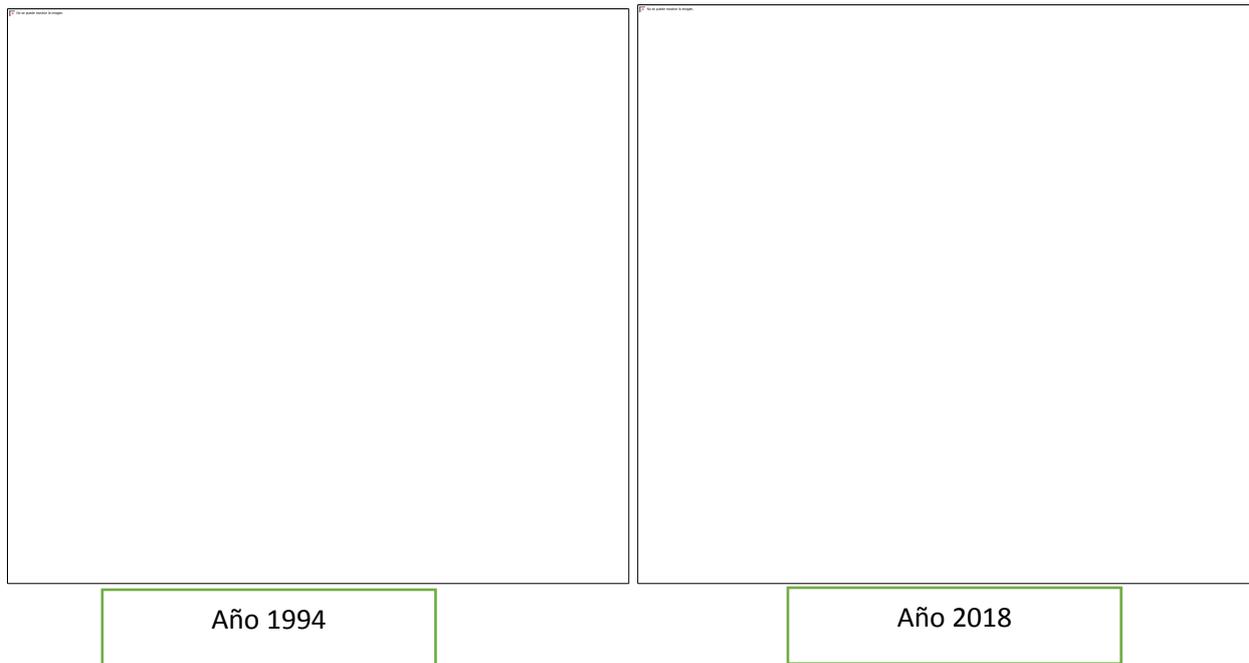


Imagen 3. Imagen aérea del sector Briones 1994 al 2018

Fuente: (GAD Portoviejo, 2017 e IGM, 2018).  
Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

## 2.3 BASES TEÓRICAS

### 2.3.1 Asentamientos en zonas de riesgo

Los asentamientos informales han sido una problemática urbana a nivel mundial, sin embargo, han sido más frecuentes en América Latina, en donde por falta de un control y orden adecuado del suelo, la población tiende a ser más vulnerable al no tener la capacidad económica para adquirir una vivienda digna con estándares de seguridad y en áreas seguras (Acosta, 2015).

En la Ciudad de Hermosillo, Sonora, México, se realizó una investigación como caso de estudio del asentamiento informal llamado Polígono 4 de marzo, se realizaron encuestas a los habitantes del asentamiento, con preguntas enfocadas para tratar de entender la situación en las que están viviendo y establecer perfiles de los habitantes. El resultado obtenido fue que la mayoría de los encuestados respondieron que decidieron vivir en este sitio por necesidad, otros comentaron que “no hay más”, “no tengo casita para vivir”.

En base a la investigación realizada, se consideró que no hay una solución única para resolver el problema, sino que se necesitan integrar diferentes políticas, programas y ayudas para primero evitar la formación de nuevos asentamientos y segundo resolver los existentes, viendo siempre por el lado del bienestar de los habitantes.

Es fundamental construir un escenario de riesgo, a través del cual se analicen las amenazas y las vulnerabilidades presentes en cada territorio, así como las posibles consecuencias económicas, sociales y ambientales que pueden ocurrir en un espacio y en un tiempo determinado, solo así podemos, entre otras cosas, justificar y determinar las medidas de reducción de riesgos que son necesarias en cada lugar, mediante estrategias acordadas entre los distintos actores involucrados como son: las autoridades, los grupos científico-técnico y la comunidad organizada (SNGR, 2014).

Se puede definir el riesgo como la “probabilidad de ocurrencia de un peligro latente, que provoca pérdida de vidas humanas, pérdidas económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante un tiempo de exposición determinado.

*“El riesgo de desastre como resultado de la ocurrencia de un evento de origen natural o antrópico, no sólo depende de la posibilidad que se presenten los fenómenos naturales intensos, sino también de las condiciones de vulnerabilidad y la capacidad que tenga la población afectada para responder ante un evento adverso.”*  
(SNGR, 2014, pág. 17)

Los eventos naturales, socio-naturales y antrópicos que pueden poner en riesgo a la población, que residen en áreas sometidas a dichos acontecimientos o peligros, por ejemplo, en zonas de deslizamiento, el nivel de afectación dependerá del grado de vulnerabilidad que tenga la población expuesta en estas zonas de riesgos. (Saavedra, 2010)

La población residente en áreas susceptibles de deslizamiento está en continuo riesgo, las consecuencias del paso de amenaza a concreción dependerán del nivel de vulnerabilidad de la población expuesta, establecidos por sus diferenciales en términos socioeconómicos, demográficos y organizativos —entre otros— que

permitirían un cierto nivel de reacción, respuesta, recuperación y prevención. (Saavedra, 2010)

Se puede definir la prevención como: *“El conjunto de medidas y acciones implementadas con anticipación para evitar que se presenten y generen nuevos riesgos”*. Ejemplos de este concepto pueden ser la planificación y ordenamiento territorial, la cultura del respeto ambiental o las leyes de uso del suelo (SNGR, 2014)

La inversión realizada en acciones de prevención se justifica en gran medida por la afectación y potencial de pérdidas que se puede tener en los costos de bienes y servicios realizados. En países como Ecuador, cuyo territorio se ve constantemente amenazado por diferentes eventos, es aún mayor la necesidad de que desde el Gobierno en

todos los niveles, se incorpore medidas preventivas en los procesos de planificación a mediano y largo plazo, deben ser mandatorios en los planes de desarrollo, de ordenamiento territorial, entre otros, la gestión del riesgo

Por otro lado, se puede definir la mitigación como: *“Aquellas medidas o acciones de intervención implementadas sobre la amenaza para reducir el riesgo existente y así disminuir los daños y el impacto potencial”* (SNGR, 2014), ejemplos de ello pueden ser las alternativas de soluciones estructurales y no estructurales, además de capacitaciones comunitarias periódicas, para fortalecer las capacidades y minimizar los riesgos existentes o el reforzamiento de edificaciones vulnerables.

En muchas ocasiones, los costos de las medidas preventivas son elevados ya que es muy complicado intentar evitar totalmente el riesgo, por ello las acciones de mitigación pueden ser más eficientes, es muy importante para definir todas estas disposiciones identificar y analizar los riesgos existentes en cada territorio y en especial en zonas de riesgos.

### 2.3.2 Procesos de Deslizamiento: Procesos Gravitacionales

Los deslizamientos de tierra son ejemplos espectaculares de acontecimientos geológicos fundamentales, denominados procesos gravitacionales. Por procesos gravitacionales se entienden los movimientos pendientes abajo de roca, regolito y suelo, bajo la influencia directa de la gravedad. (Tarbuck & Lutgens, 2015)

La superficie de la tierra nunca es perfectamente plana, sino que consiste en laderas de muchas variedades diferentes, algunas son empinadas y escarpadas; otras son moderadas o suaves, largas y graduales, cortas y abruptas. Las laderas pueden estar cubiertas de un manto de suelo y vegetación o consistir en roca estéril y escombros.

En conjunto, las laderas son los elementos más comunes de nuestro paisaje físico, algunas laderas pueden parecer estables e invariables, pero la fuerza de la gravedad hace que los materiales se desplacen pendiente abajo; en un extremo, el movimiento puede ser gradual y prácticamente imperceptible, en el otro, puede consistir en un flujo ruidoso de derrubios o un estruendoso deslizamiento de rocas. Los deslizamientos de tierras son un peligro convencional en todo el mundo. (Tarbuck & Lutgens, 2015)

#### Deslizamientos

En términos generales se le conoce como “movimientos en masa”, “movimientos de ladera” o “deslizamientos”, en el sentido amplio de la palabra, abarcan una gama de movimientos, que van desde los extremadamente lentos, como son los denominados reptaciones cuyas velocidades son del orden de centímetros por año, hasta movimientos muy rápidos, con velocidades que pueden alcanzar 60 km/h, como ocurre en los flujos de derrubios, coladas de barro, flujos de escombros, flujos deslizantes y avalanchas granulares. (Perez, 2007)

Utilizado en su significado amplio, el término “deslizamientos” (landslides) remonta a 1838, y probablemente el primer intento de clasificación ha sido realizado por Dana en 1862 (Suarez J. , 2008) Sin embargo, a pesar de que los deslizamientos han

sido objeto de estudios e investigaciones durante más de un siglo, sigue habiendo ambigüedad en la terminología, definiciones y clasificaciones con ellos relacionadas.

En términos geológicos estrictos, estos movimientos constituyen una parte del proceso de denudación, que a su vez forma parte del ciclo de relieve (denudación, sedimentación, petrogenesis y exposición). La literatura especializada se refiere a ellos utilizando términos como: rotura de ladera (Slope failure (Ward, 1945) deslizamientos (Landslides, (Varnes, 1978); pérdida de masa (Mass wasting “ (Yatsu, 1967); movimientos en masa (mass movement (Hutchinson, 1968), movimientos de ladera (slope movements (Varnes, 1978) y procesos gravitacionales (Suarez J. , 2008).

En el (cuadro 1), se dan las definiciones correspondientes a estos términos.

Cuadro 1. Definiciones de términos

Cuadro 1. Definiciones de términos	
Denudación	Denudación: es un término antiguo que se refiere al desgaste de la masa de terreno a través del tiempo geológico. Engloba tanto la erosión como la meteorización.
Movimiento en masa	Mass movement: son movimientos gravitacionales ladera abajo de suelo o roca sin la intervención de la escorrentía como agente de transporte.
Pérdida de masa (Mass wasting):	Suele aparecer como un sinónimo del movimiento en masa. Sin embargo, se trata de un concepto geomorfológico, a menudo utilizado en combinación con el ciclo de erosión. Se emplea para referirse a la reducción de masa de los interfluvios y diferenciar dicha pérdida de masa de la erosión fluvial. En definitiva, incluye la acción de todos los procesos erosivos no-lineales actuando en las vertientes entre dos talwegs.
Inestabilidad de Vertiente o de ladera	Slope Instability: se refiere a la predisposición de las laderas a experimentar movimientos en masa. Se puede determinar por el análisis de equilibrio de la ladera o por el análisis del registro histórico de su evolución.
	Landslide: se trata del término más universal y difundido como término que engloba la mayor parte de los movimientos en masa. Se ha utilizado, en general, para designar una categoría de movimiento en masa que excluye las reptaciones

Deslizamientos	(creep) y las subsidencias. Según, Skempton y Hutchinson (1969) “el término genérico landslide, abarca los movimientos ladera abajo, de masas de rocas y/o suelos, resultantes de la rotura en los límites de la masa en movimiento”. No obstante, este término puede incluir muchos movimientos donde casi todos los desplazamientos ocurren más bien por flujo que por deslizamiento propiamente dicho.
Movimientos de ladera	Slope Movements): este término ha sido utilizado por Varnes (1978) para denominar a los movimientos en masa en las vertientes considerándole aparentemente genérico y neutral.
Rotura de ladera	(Slope failure). Es otro término genérico muy utilizado. Está libre de connotaciones sobre el mecanismo de rotura, y más preciso para los movimientos de ladera en taludes artificiales (Terzaghi, 1950). Sin embargo, se utiliza más bien para referirse al proceso de rotura del material, que a un rasgo particular del terreno.
Procesos gravitacionales	(Pedraza et al., 1996): desplazamiento de materiales en las vertientes, sin intervenir ningún soporte activo o medio para movilizarlos, es decir, impulsados por su propio peso; corresponde, por tanto, a una “autotraslación” bajo la acción directa de la gravedad que, en estas circunstancias, deberá considerarse un agente específico más.

Cada uno de los términos anteriormente mencionados presenta alguna limitación terminológica. En este sentido, algunos autores (Crozier, 1973 y Varnes, 1978) consideran inadecuado el uso de la denominación “deslizamientos” como término genérico, porque evoca un tipo específico de movimiento que se produce a lo largo de una superficie de rotura bien definida. Por otro lado, (Pedraza, 1996), considera que las denominaciones de movimientos de ladera (procesos de vertiente) y movimientos en masa (procesos o fenómenos en masa), conllevan problemas conceptuales que, lejos de facilitar la terminología, frecuentemente la complican. Objeciones similares se han formulado para los demás términos

*“Mediante la denominación procesos de vertiente, pretenden destacar la relación causa-efecto entre determinadas fisonomías (terrenos de cierta inclinación) y algunos fenómenos. La vertiente es una morfología compleja, sometida a la acción conjunta de la dinámica gravitacional, pluvio-fluvial y periglaciaria, fundamentalmente. Dado que todas las acciones periglaciares dependientes de la inclinación del terreno, deben asimilarse a las gravitacionales (caídas, deslizamientos o similar) o de arroyada (escorrentía nival, nivopluvial y pluvio-nival), sólo estos dos grupos de procesos tienen clara concomitancia con la “vertiente”. Esta precisión limita al mínimo los procesos inequívocamente asociados a dichas morfologías. Aun así, son tan variados que constituyen un grupo heterogéneo de acciones cuyo único nexo está en la necesidad de una inclinación del terreno para su desarrollo. Con procesos o fenómenos en masa, intentan significar el desplazamiento no selectivo En contraposición al transportarse sobre “medios fluidos”, como agua y viento. Si bien es cierto que los fenómenos de autotraslación en su mayoría tienen un carácter masivo, no siempre es así; concretamente la caída de materiales es frecuente que se produzca individualizada y secuencialmente (no masiva), originando concentraciones de derrubios al pie de los escarpes”.* (Pedraza, 1996)

### Clasificación de los Movimiento en masa

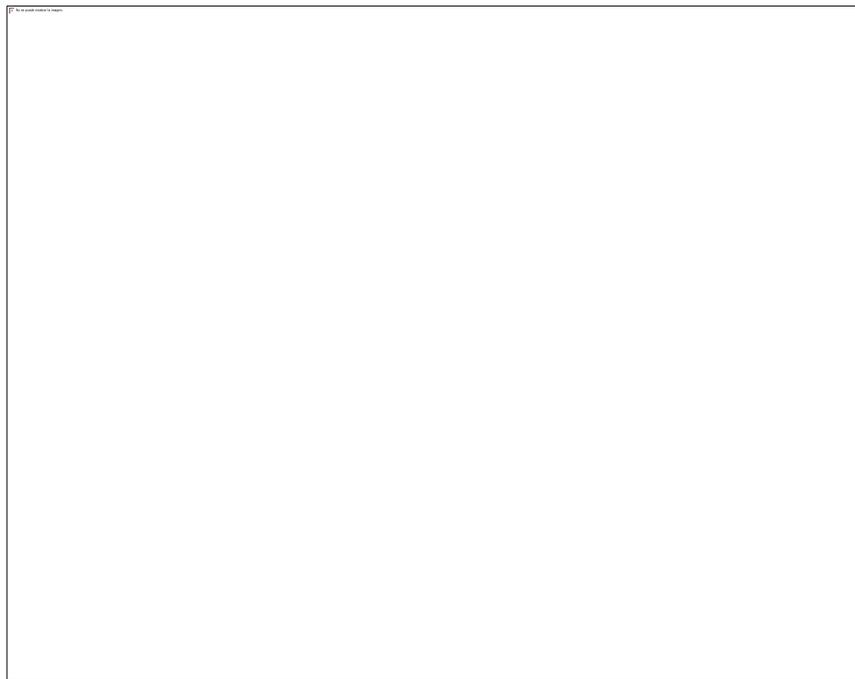
Para las siguientes clasificaciones de los movimientos en masa se consideró como referencia terminologías del libro titulado “Deslizamientos y estabilidad de taludes”, publicado en el año 2008, por Jaime Suarez, donde establece que los deslizamientos son uno de los procesos geológicos más destructivos que afectan a los humanos, causando miles de muertes y daño en las propiedades por valor de decenas de billones de dólares cada año, sin embargo, muy pocas personas son conscientes de su importancia. El 90% de las pérdidas por deslizamientos son evitables si el problema se identifica con anterioridad y se toman medidas de prevención o control. (Suarez J. , 2008). Para la clasificación de los movimientos en masa se presenta el sistema propuesto originalmente por (Varnes, 1978), el cual tipifica los principales tipos de movimiento.

Para el propósito del presente texto se presentan algunas observaciones del autor a los procesos de movimiento identificados por Varnes, algunos de estos movimientos están incluidos en la clasificación de los procesos de deterioro previos a un

deslizamiento y es difícil identificar cuando son procesos de deterioro y cuando son componentes principales del movimiento del talud (Suarez J. , 2008)

Los criterios más utilizados para llevar a cabo dichas clasificaciones son: a) el mecanismo desencadenante; b) el tipo de material y / o el tipo de movimiento; c) la composición de los sedimentos ; d) la proporción de la fracción solida; e) la velocidad; f) la duración; g) la pendiente; h) el comportamiento del material; i) los procesos físicos durante el flujo; j) las características de la cuenca; k) la morfología del material desplazado o la de la superficie del movimiento; l) las propiedades geotécnicas. En el (Cuadro 2) se expone la correlación entre las conceptualizaciones de varios autores.

Cuadro 2. Correlación entre clasificaciones de deslizamientos de tipo de flujos.



Fuente: (Suarez J. , 2008).

La clasificación de los procesos de remoción en masa más aceptada internacionalmente se basa en el mecanismo del movimiento, misma que incluye a los deslizamientos, los cuales se analizarán por ser el objeto del presente estudio de caso, la clasificación es dada a partir de la propuesta elaborada por (Suarez J. , 2008) y (Varnes, 1978).

Las clasificaciones generales, por su parte son idóneas para las fases iniciales del análisis, así como en estudios multiobjetivo. En este sentido, destaca la de (Varnes, 1978), (Cruden & Varnes, 1996), que ha sido adoptada por las sociedades internacionales de geotecnia “International Geotechnical Societies”. (International Geotechnical Societies UNESCO Working party for World landslide inventory, 1993). Esta clasificación, cataloga los movimientos de ladera según el mecanismo y tipo de rotura (Cuadro 3).

Cuadro 3. Clasificación abreviada de movimientos de ladera.

The image shows a large, empty rectangular frame, likely representing a table or diagram that was not rendered in the document. The frame is defined by a thin black border and occupies the central portion of the page.

(International Geotechnical Societies UNESCO Working party for World landslide inventory, 1993)

### Caída de bloques.

Una masa de cualquier tamaño se desprende de un talud de pendiente fuerte, a lo largo de una superficie, en la cual ocurre ningún o muy poco desplazamiento de corte y desciende principalmente, a través del aire por caída libre, a saltos o rodando, (Imagen 4).

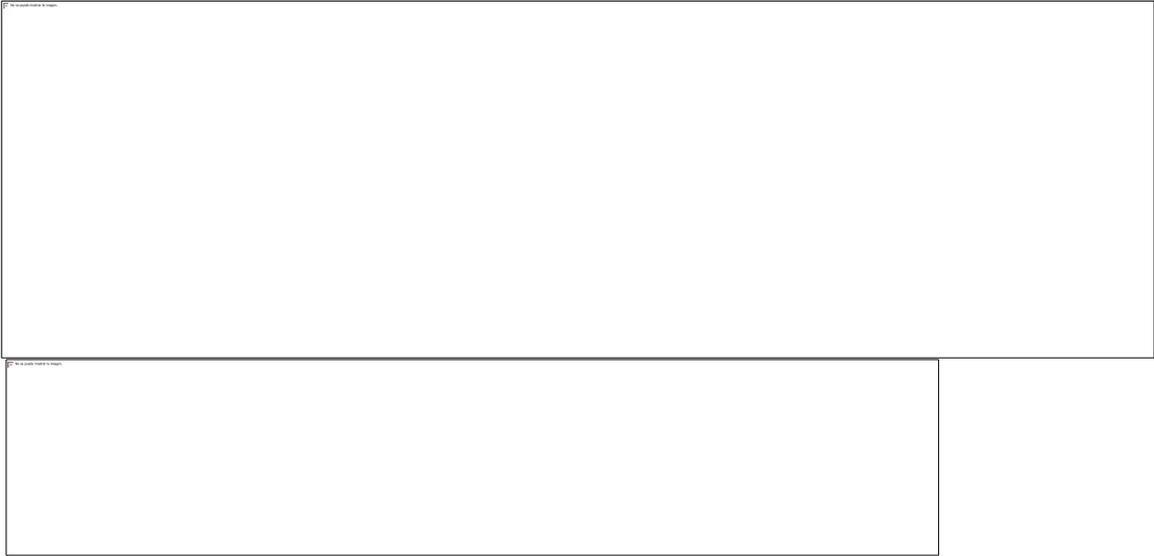


Imagen 4. Caída de bloques

Fuente: (Suarez J. , 2008)

El movimiento es muy rápido a extremadamente rápido y puede o no, ser precedido de movimientos menores que conduzcan a la separación progresiva o inclinación del bloque o masa de material.

La observación muestra que los movimientos tienden a comportarse como de caída libre, cuando la pendiente superficial es de más de  $75^\circ$ . En taludes de ángulo menor, generalmente, los materiales rebotan y en los taludes de menos de 45 grados, los materiales tienden a rodar. Los “caídos de roca” corresponden a bloques de roca relativamente sana, los caídos de residuos o detritos están compuestos por fragmentos de materiales pétreos y los caídos de tierra corresponden a materiales compuestos de partículas pequeñas de suelo o masas blandas, (Imagen 5)



Imagen 5.Representación de caída en bloque

Fuente: (Suarez J. , 2008)

### Deslizamiento

Este movimiento consiste en un desplazamiento de corte a lo largo de una o varias superficies, que pueden detectarse fácilmente o dentro de una zona relativamente delgada. El movimiento puede ser progresivo, o sea, que no se inicia simultáneamente a lo largo de toda, la que sería, la superficie de falla.

Los deslizamientos pueden ser de una sola masa que se mueve o pueden comprender varias unidades o masas semi-independientes. Los deslizamientos pueden obedecer a procesos naturales o a desestabilización de masas de tierra por el efecto de cortes, rellenos, deforestación entre otros, (Imagen 6).

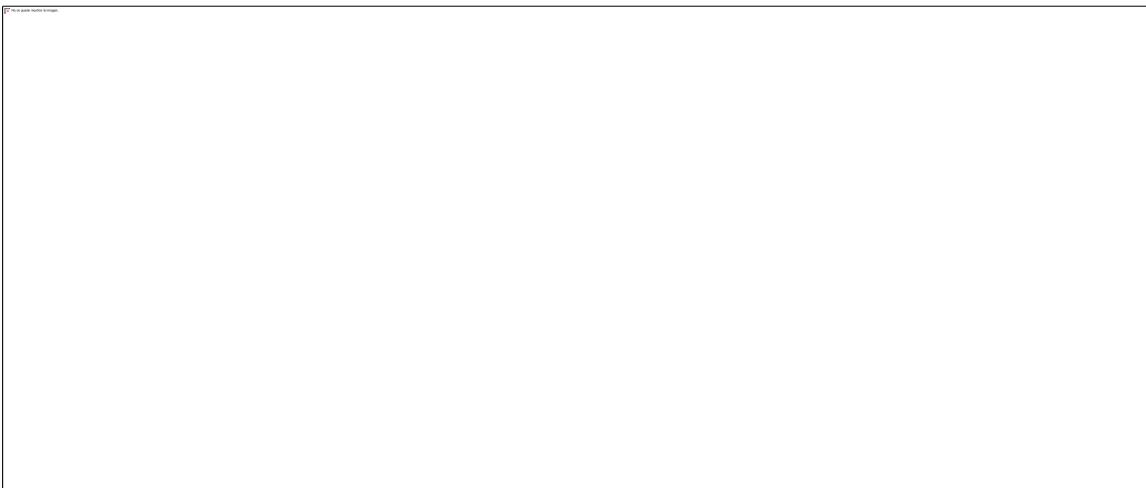


Imagen 6.Deslizamiento

Fuente: Jaime Suarez, 1998

### Deslizamiento Rotacional.

En un deslizamiento rotacional la superficie de falla es formada por una curva cuyo centro de giro se encuentra por encima del centro de gravedad del cuerpo del movimiento. Visto en planta el deslizamiento posee una serie de agrietamientos concéntricos y cóncavos en la dirección del movimiento. El movimiento produce un área superior de hundimiento y otra inferior de deslizamiento, generándose comúnmente, flujos de materiales por debajo del pie del deslizamiento. Para efecto del estudio de caso se presenta la (imagen 7) del proceso de deslizamiento con características de rotacional.

En muchos deslizamientos rotacionales se forma una superficie cóncava en forma de “cuchara”, el escarpe debajo de la corona tiende a ser semivertical, lo cual facilita la ocurrencia de movimientos retrogresivos, el movimiento, aunque es curvilíneo no es necesariamente circular, lo cual es común en materiales residuales donde la resistencia al corte de los materiales aumenta con la profundidad.

En la cabeza del movimiento, el desplazamiento es aparentemente semi-vertical y tiene muy poca rotación, sin embargo, se puede observar que generalmente, la superficie original del terreno gira en dirección de la corona del talud, aunque otros bloques giren en la dirección opuesta. Los deslizamientos rotacionales en suelos generalmente tienen una relación  $D_r/L_r$  entre 0.15 y 0.33 (Skempton & Hutchinson, 1969)

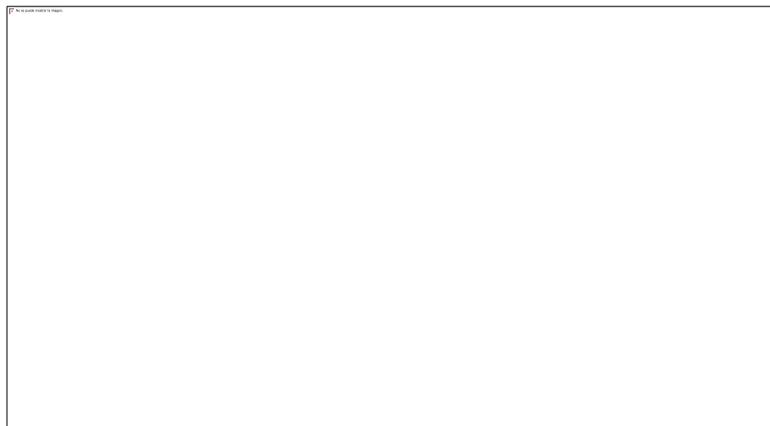


Imagen 7.Representación de deslizamiento sector Briones

Fuente: (GAD Municipal Portoviejo, 2017)

## Deslizamiento de Traslación

En el deslizamiento de traslación el movimiento de la masa se desplaza hacia fuera o hacia abajo, a lo largo de una superficie más o menos plana o ligeramente ondulada y tiene muy poco o nada de movimiento de rotación o volteo. Los movimientos traslacionales tienen generalmente, una relación  $D_r/L_r$  de menos de 0.1. La diferencia importante entre los movimientos de rotación y traslación está principalmente, en la aplicabilidad o no de los diversos sistemas de estabilización, (Imagen 8).

Sin embargo, un movimiento de rotación trata de autoestabilizarse, mientras uno de traslación puede progresar indefinidamente a lo largo de la ladera hacia abajo. Los movimientos de traslación son comúnmente controlados por superficies de debilidad tales como fallas, juntas, fracturas, planos de estratificación y zonas de cambio de estado de meteorización que corresponden en términos cuantitativos a cambios en la resistencia al corte de los materiales o por el contacto entre la roca y materiales blandos o coluviones. En muchos deslizamientos de traslación la masa se deforma y/o rompe y puede convertirse en flujo.

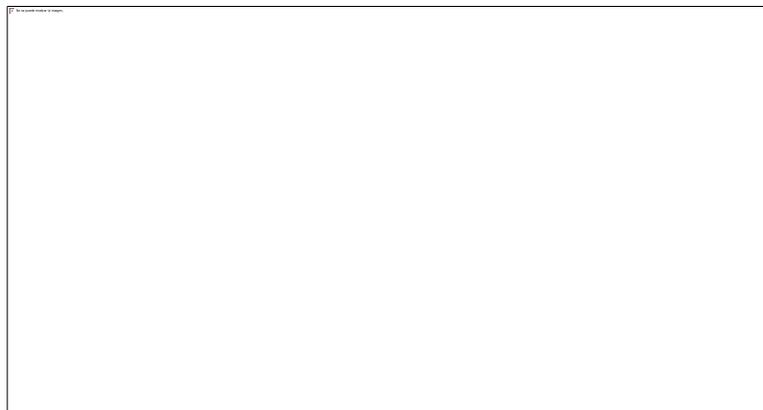


Imagen 8. Representación de deslizamiento de traslación

Fuente: (Suarez J. , 2008)

## Flujo

En un flujo existen movimientos relativos de las partículas o bloques pequeños dentro de una masa que se mueve o desliza sobre una superficie de falla. Los flujos

pueden ser lentos o rápidos, así como secos o húmedos y los puede haber de roca, de residuos o de suelo o tierra.

Los flujos muy lentos o extremadamente lentos pueden asimilarse en ocasiones, a los fenómenos de reptación y la diferencia consiste en que en los flujos existe una superficie fácilmente identificable de separación entre el material que se mueve y el subyacente, mientras en la reptación la velocidad del movimiento disminuye al profundizarse en el perfil, sin que exista una superficie definida de rotura.

La ocurrencia de flujos está generalmente, relacionada con la saturación de los materiales subsuperficiales. Algunos suelos absorben agua muy fácilmente cuando son alterados, fracturados o agrietados por un deslizamiento inicial y esta saturación conduce a la formación de un flujo. Algunos flujos pueden resultar de la alteración de suelos muy sensitivos tales como sedimentos no consolidados, (Imagen 9).

Recientemente se han realizado estudios para cuantificar el nivel de lluvias que se requieren para producir flujos y es frecuente la ocurrencia de los flujos simultáneamente en sitios diferentes, dentro de una misma formación en el momento de una determinada lluvia de gran intensidad o de un evento sísmico.

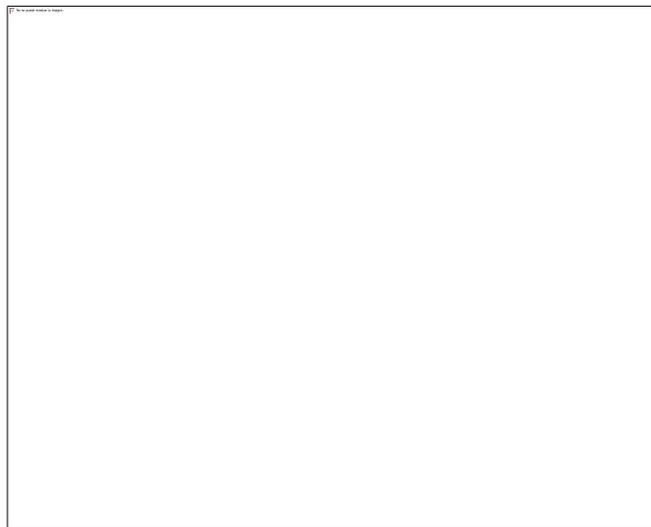


Imagen 9. Representación de flujo

Fuente: (Suarez J. , 2008)

### **Flujo en roca**

Los movimientos de flujo en roca comprenden las deformaciones que se distribuyen a lo largo de muchas fracturas grandes y pequeñas. La distribución de velocidades puede simular la de líquidos viscosos. Este tipo de movimiento ocurre con mucha frecuencia en zonas tropicales de alta montaña y poca vegetación, especialmente en la cordillera de los Andes. Se observa la relación de estos flujos con perfiles de meteorización poco profundos en los cuales las fallas están generalmente relacionadas con cambios de esfuerzos y lixiviación, ocasionados por la filtración momentánea del agua en las primeras horas después de una lluvia fuerte. Las pendientes de estos taludes son comúnmente muy empinadas (más de 45°). Su ocurrencia es mayor en rocas ígneas y metamórficas muy fracturadas y pueden estar precedidos por fenómenos de inclinación. Estos flujos tienden a ser ligeramente húmedos y su velocidad tiende a ser rápida a muy rápida. (Suarez J. , 2008)

### **Flujo de residuos (Detritos)**

Por lo general, un flujo de rocas termina en uno de residuos. Los materiales se van triturando por el mismo proceso de flujo y se puede observar una diferencia importante de tamaños entre la cabeza y el pie del movimiento. El movimiento de los flujos de detritos puede ser activado por las lluvias, debido a la pérdida de resistencia por la disminución de la succión al saturarse el material o por el desarrollo de fuerzas debidas al movimiento del agua subterránea (Collins, Znidarcic, & Goddery, 1997), (Imagen 10).

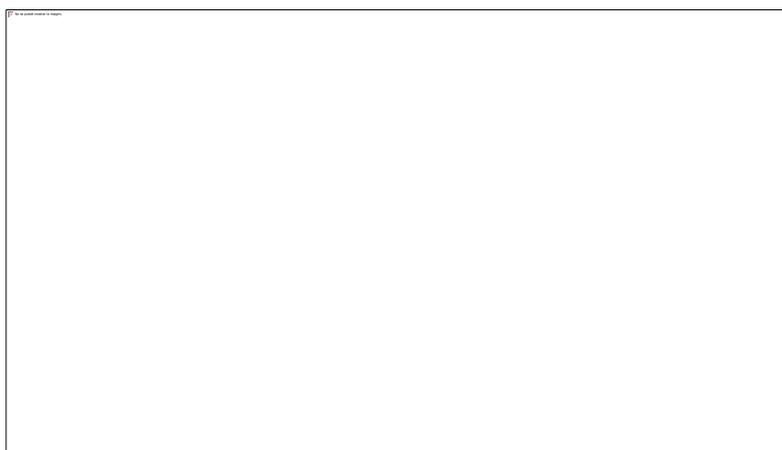


Imagen 10. Representación de flujo de residuos

Fuente: (Suarez J. , 2008)

## **Flujo de suelo**

Los flujos de suelo también pueden ser secos y más lentos de acuerdo con la humedad y pendiente de la zona de ocurrencia. En zonas de alta montaña y desérticas ocurren flujos muy secos, por lo general pequeños, pero de velocidades altas.

## **Flujos de lodo**

Dentro de los flujos de tierra están los “flujos de lodo”, en los cuales los materiales de suelo son muy finos y las humedades muy altas y ya se puede hablar de viscosidad propiamente dicha, llegándose al punto de suelos suspendidos en agua. Los flujos de lodo poseen fuerzas destructoras grandes que dependen de su caudal y velocidad.

Un flujo de lodo posee tres unidades morfológicas: un origen que generalmente es un deslizamiento, un camino o canal de flujo y finalmente una zona de acumulación. El origen consiste en una serie de escarpes de falla o deslizamientos de rotación o translación, el camino o canal es generalmente un área estrecha recta, o una serie de canales a través del cual fluye el material viscoso, el ancho, profundidad y pendiente del camino del flujo varía de acuerdo con las condiciones topográficas y morfológicas, (Imagen 11).

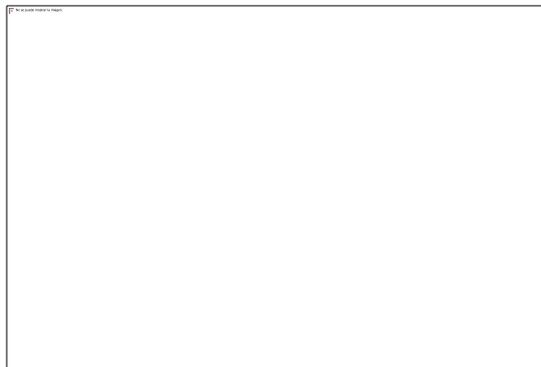


Imagen 11. Representación de flujo de lodo

Fuente: (Suarez J. , 2008)

En los flujos de lodo predominan los sedimentos de limos y arcillas. Generalmente, los flujos de lodo consisten en altas concentraciones de partículas finas (limos y arcillas), aunque también transportan grandes bloques o cantos de roca. De hecho, el fluido se comporta como un “Slurry” homogéneo con una onda frontal y una serie de pulsaciones.

De acuerdo con experimentos de (Wan & Ning, 1999), un fluido se convierte en un “Slurry” homogéneo a una concentración de partículas finas de solamente 90 kg/m<sup>3</sup>. A medida que la concentración aumenta, la estructura de los sedimentos se floclula rápidamente y la viscosidad aumenta fuertemente, formando una especie de cohesión de la mezcla suelo-agua.

Dentro de las características del deslizamiento ocurrido el 28 de febrero del 2017, en Briones, claramente se pudo evidenciar un comportamiento de fluido momentáneo que generalmente dura varios minutos, se relaciona por sus características de desplazamiento y los daños que este puede causar, este es uno de los fenómenos más destructivos generados por las fuertes precipitaciones arrastrando todo lo que encuentre a su paso y depositándose en las partes bajas y planas del área de estudio.

### **Velocidad de los Flujos**

Los flujos pueden ser lentos o rápidos, así como secos o húmedos y los pueden ser de roca, de residuos y de suelo o tierra. En los flujos rápidos el material desciende formando una especie de “ríos de roca y suelo”. Los flujos pueden alcanzar velocidades de más de 20 metros por segundo 70 Km/hora, en algunos casos. (Suarez J. , 2008)

Los flujos rápidos son generados a partir de un gran aporte de materiales de uno o varios deslizamientos o flujos combinados, que involucran masas considerables de suelo o roca, generalmente con un volumen importante de agua de saturación. Estos forman una masa de comportamiento hidráulico complejo que pueden lograr velocidades muy altas con un gran poder destructivo; corresponden generalmente, a fenómenos que afectan áreas relativamente grandes dentro de una cuenca de drenaje.

Los flujos muy lentos o extremadamente lentos pueden asimilarse en ocasiones, a los fenómenos de reptación y la diferencia consiste en que existe una superficie fácilmente identificable de separación entre el material que se mueve y el subyacente; mientras que, en la reptación, la velocidad del movimiento disminuye al profundizarse el perfil, sin que exista una superficie definida de rotura.

### **Flujo Hiperconcentrado Granular**

Es un flujo que contiene más del 5% de sedimentos en volumen. En este tipo de flujo el comportamiento es controlado por el agua y la diferencia conceptual con relación al

comportamiento de un flujo de agua no es sustancial. Grandes volúmenes de arena son transportados en suspensión dinámica y éste transporte depende de la velocidad del flujo y su turbulencia. A mayor turbulencia existe mayor transporte de materiales gruesos. El porcentaje máximo de sedimentos de un flujo hiperconcentrado, depende de las cantidades de limo y arcilla en la mezcla. En los depósitos de los flujos hiperconcentrados hay muy poca clasificación de los materiales y los cambios texturales no son abruptos. Los materiales son más consolidados que los depósitos de inundaciones. (Suarez J. , 1998)

Los flujos de suelo o residuos tienen un comportamiento muy diferente a las inundaciones. Por ejemplo, los flujos de residuos se pueden mover mucho más rápidamente que las inundaciones en los canales de alta pendiente y mucho más lentamente, en los canales de baja pendiente. Igualmente, los flujos de residuos alteran en gran manera las características geométricas de los canales. Sin embargo, el análisis de los flujos de residuos es muy complejo y existe muy poca información instrumentada de su comportamiento real, especialmente porque los flujos de residuos raras veces son observados directamente por los especialistas y la instrumentación generalmente es destruida por el flujo, (Imagen 12).

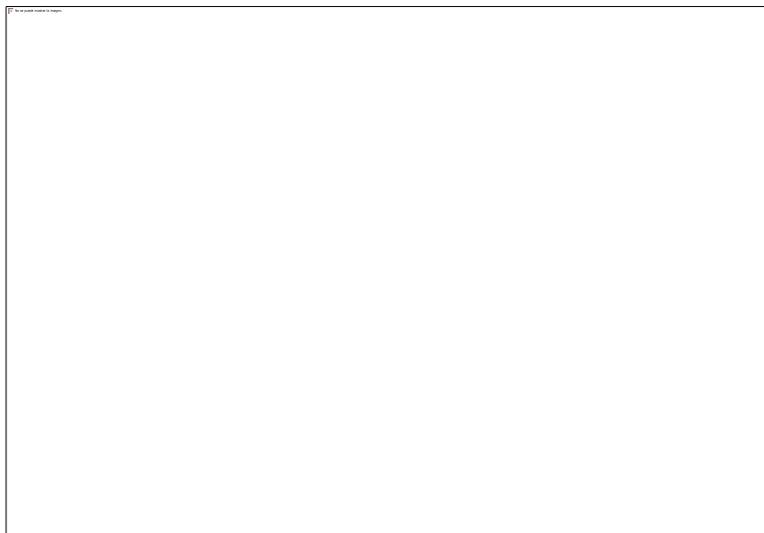


Imagen 12.Diferencia con las Inundaciones.

Fuente: (Suarez J. , 2008)

### Erosión.

La erosión es el desprendimiento, arrastre (transporte) y deposición del material superficial del suelo por agentes externos como el agua y el viento. En términos

generales se divide en: Erosión laminar o superficial, erosión en surcos y erosión en cárcavas.

El proceso de erosión laminar se inicia por el impacto de las gotas de agua lluvia contra la superficie del suelo, complementada por la fuerza de la escorrentía produciendo un lavado de la superficie del terreno como un todo, sin formar canales definidos. Al caer las gotas de lluvia levantan las partículas del suelo y las reparten sobre la superficie del terreno.

Los surcos de erosión se forman por la concentración del flujo de agua en caminos preferenciales, arrastrando las partículas y dejando canales de poca profundidad (entre 0,1m y 0,5m), generalmente paralelos. El agua de escorrentía fluye sobre la superficie del terreno y a su paso va lavando y arrastrando las partículas de suelo. Los surcos forman una compleja micro red de drenaje donde un surco al profundizarse va capturando los vecinos, formando surcos de mayor tamaño, los cuales a su vez se profundizan o amplían formando cárcavas. La localización en cuanto a su profundidad y la velocidad de avance del proceso es controlada por los fenómenos de tipo hidráulico y por la resistencia del material a la erosión. (Suarez J. , 2008)

Las cárcavas constituyen el estado más avanzado de erosión y se caracterizan por su profundidad (entre 0.6m y 1.5m), que facilita el avance lateral y frontal por medio de desprendimientos de masas de material en los taludes de pendiente alta que conforman el perímetro de la cárcava. Las cárcavas inicialmente tienen una sección en V, pero al encontrar un material más resistente o interceptar el nivel freático se extienden lateralmente, tomando forma en U.

### Susceptibilidad a deslizamientos

La susceptibilidad de un suelo se establece por la propensión o probable ocurrencia de movimiento de masa ante la modificación de un agente externo sea de origen natural o antrópico, sin que se pueda determinar con precisión donde y cuando se materializa el fenómeno, así como tampoco se puede delimitar el área de afectación, ni la cantidad de material desplazado (Suarez J. , 2008)

La ocurrencia de un movimiento de masa se encuentra vinculado por factores que “modifican las fuerzas internas y externas que actúan sobre el terreno” (Gonzales deVallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2002), estos alteran las peculiaridades y estabilidad de los taludes.

Esos factores comprenden las características naturales que relacionan las propiedades físicas y resistentes de los materiales, directamente con la litología, “las características morfológicas y geométricas de la ladera” (Gonzales deVallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2002)

Entre los factores condicionantes existen:

### **Factor Geológico-Litológico**

La estructura y textura geológica caracteriza el comportamiento al presentarse un deslizamiento debido a que los materiales del subsuelo conciben múltiples sucesos de transformación a lo largo del tiempo repercutiendo en áreas no delimitadas geológicamente; esta variedad de componentes de suelo presenta propiedades físico-mecánicas que inciden en el comportamiento de un deslizamiento (Suarez J. , 2008)

Las propiedades mecánicas de los materiales del terreno se definen por la resistencia al corte, resistencia a la tracción y resistencia a la compresión, mismos que al contacto con el entorno natural, geometría y pendiente originan que sus propiedades se alteren, reduciendo el esfuerzo al corte. El proceso de meteorización produce horizontes estratigráficos con profundidades indefinidas, así como discontinuidades que distinguen o diferencian los suelos, en estas uniones que presentan diversos rasgos conllevan a la formación de superficies de falla o ruptura (Suarez J. , 2008)

### **Factor Morfológico**

El suelo posee atributos en cada uno de sus horizontes estratigráficos, propiedades como composición, forma, estructura del suelo, organización del suelo, distribución radicular, poros, consistencia del suelo, etc. Infieren en el comportamiento de cada capa de manera particular.

Los procesos que interactúan desde la superficie hacia el interior originadas por la meteorización debido a los procesos químicos y físicos propios, confluyendo en la

transformación de suelo o roca homogénea en heterogénea, definiendo cada capa del suelo de manera peculiar y con características específicas (Suarez J. , 2008)

### **Factor Hidrogeológico**

El agua es un elemento que al interactuar con el suelo o roca altera las propiedades físico mecánicas de las partículas de diversas maneras, al encontrarse este elemento dentro del suelo (aguas subterráneas) y desde la parte externa (precipitaciones y aguas superficiales) actúa como un agente desestabilizador; depende mucho del tipo del material que determina la permeabilidad, lo cual permite acumular o trasladar el agua, debido al tamaño de sus partículas o granos, aumentando el grado de infiltración de líquido que se abre paso por efecto de la gravedad, categorizando en cuatro grupos como: acuíferos, acuitardos, aclicudos, y acuífugos (Suarez J. , 2008)

Al activarse un deslizamiento influenciado por el aumento de la presión en los poros a consecuencia del agua, el comportamiento de las capas u horizontes alternantes cambian a través de la unión de factores permanentes o propensos del estado geológico original del suelo solido a fluido viscoso (Suarez J. , 2008)

### **Pendiente**

Se considera al ángulo en que se encuentra una ladera o talud del terreno, influye directamente en la velocidad del movimiento y volumen de masa desplazada, la masa del suelo presenta esfuerzo al cortante, que varía en función del grado de inclinación, mientras mayor sea este, disminuirá el esfuerzo de corte (Suarez J. , 2008)

### **Uso y Ocupación del Suelo**

Este factor tiene que ver principalmente con las alteraciones o modificaciones que realiza el ser humano directo o indirectamente en su afán de buscar réditos propios, desestabilizando laderas y taludes con acciones que muchas veces no presentan controles adecuados como por ejemplo corte en la base de un talud, rellenos inapropiados aumentando la presión, (Imagen13). Además, de modificar el comportamiento de los cauces hídricos naturales como por ejemplo introducción de ductos de agua para alcantarillado, aceleración de la infiltración por el estancamiento de agua debido a depósitos externos que contienen el líquido (Suarez J. , 2008)

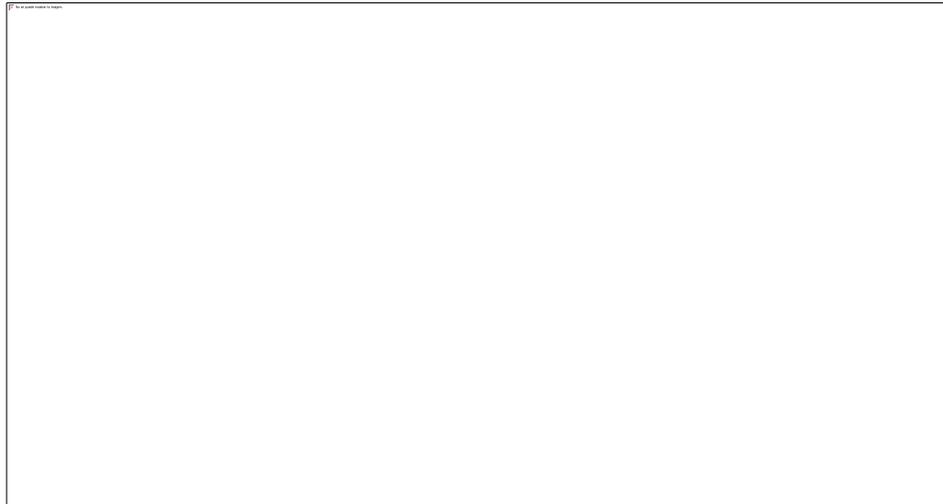


Imagen 13.Representación de ocupación y uso de suelo

Fuente: (Suarez J. , 2008)

El cambio de cobertura vegetal para ocupar como área urbana, es otra alteración drástica que modifica la superficie del terreno principalmente al encontrarse en cualquier tipo de pendiente lo que produce concentración de esfuerzos al cortante, con el corte de un talud se deja libre zonas estratigráficas que aumentan su proceso de meteorización, por el contacto directo con el ambiente y la humedad, formando cambios en la composición del material que conlleva a la inestabilidad y consecuente ruptura de un deslizamiento (Suarez J. , 2008), (Imagen 14)

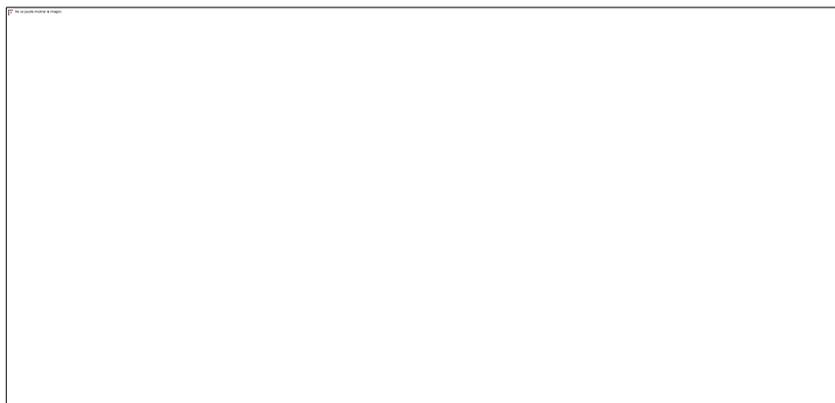


Imagen 14.Deslizamiento y erosión producidos por actividades antrópicas.

Fuente: (Suarez J. , 2008)

Los cambios en los conductos hídricos naturales alteran el comportamiento del suelo debido al aumento de fuerzas intersticiales producidas por el peso que provoca, las posibles causas son eliminación de cobertura vegetal para ocuparlas con edificaciones,

canales introducidos como alcantarillado, redes de agua que pueden experimentar fisuras, causando infiltración al terreno y aumento de nivel freático, (Imagen 15)



Imagen 15. Alteración de suelo por infiltraciones antrópicas.

Fuente: (Suarez J. , 2008)

Las laderas y taludes están expuestas a factores externos que perturban de cierta manera su estabilidad, ocasionando un “aumento en los esfuerzos cortantes del suelo, que actúan en una compleja serie de procesos, los cuales en ocasiones, se traslapan con factores de territorio” (Suarez J. , 2008), desencadenando un desequilibrio en las fuerzas actuantes del terreno, que pueden ser de origen natural, socio-natural y antrópico, a estos se los considera factores desencadenantes y son:

### **Precipitación**

La precipitación es considerada como la cantidad o volumen de agua que cae sobre una superficie en un período de tiempo, que, al contacto con el terreno, genera ciertos procesos que dependen de las características y propiedades de dichos materiales (Suarez J. , 2008).

La ciencia meteorológica y climatológica demuestran que en una zona se presentan períodos de precipitaciones de manera repetitiva formando ciclos equivalentes cada cierto tiempo, relacionando la intensidad de las lluvias con el volumen o cantidad de agua (Suarez J. , 2008)

Al confluir con la forma geológica, morfología y litología de un área, el agua presente puede determinar la respuesta del terreno ante las características tensionales originados

por presiones erosivos tanto internos como externos, así como al aumento del nivel freático, la lluvia presente genera procesos de desestabilización y de susceptibilidad a movimientos de masa (Suarez J. , 2008)

### **Sismicidad**

Los procesos tectónicos han sido protagonistas en la transformación y activación de fenómenos desestabilizantes en el relieve de un terreno, ya que al liberar energía, esta distribuye ondas sísmicas en todas direcciones; mismas que al contacto con el movimiento presentan diferentes comportamientos que dependen de: características intrínsecas del material deformado; la distancia donde se originó el sismo y la magnitud directamente relacionado con la velocidad de onda desplazada (Suarez J. , 2008).

Los movimientos telúricos producidos por un sismo, se los delimita dependiendo de ciertas condiciones que se suscitan en el terreno ligadas interiormente con las propiedades geotécnicas de los suelos, velocidad de onda, módulo de rigidez, resistencia al corte, profundidad del nivel freático que transforman el terreno y presentan fenómenos tales como: licuefacción, deslizamientos, desprendimientos y rupturas en superficie por fallamiento (Suarez J. , 2008)

Es trascendente determinar los elementos del suelo o roca que influyen de manera directa en el comportamiento o alteración suscitada con las ondas sísmicas, estudiando y analizando la susceptibilidad del suelo en busca de pautas que ayuden a estabilizar el terreno, los materiales que lo componen al mostrar la distribución de los poros, cementación estructural, sistemas de discontinuidades, la topografía del terreno, nivel freático ya que de esto depende el comportamiento geológico o llamados efectos de sitio (Suarez J. , 2008)

### Medidas de Mitigación para Deslizamientos.

El objetivo principal de un estudio de estabilidad de taludes o laderas es el de establecer medidas de prevención y control para reducir los niveles de amenaza y riesgo. Generalmente, los beneficios más importantes desde el punto de vista de reducción de amenazas y riesgos es la prevención.

Autores como (Schuster & Kockelman, 1996), proponen una serie de principios generales y metodologías para la reducción de amenazas de deslizamiento utilizando sistemas de prevención, los cuales requieren de políticas del Estado y de colaboración y conciencia de las comunidades. Sin embargo, la eliminación total de los problemas no es posible mediante métodos preventivos en todos los casos y se requiere establecer medidas de control para la estabilización de taludes susceptibles a sufrir deslizamientos o deslizamientos activos (Suarez J. , 2008) a continuación, detallaremos algunos de los sistemas que pueden servir en el estudio de caso:

### Sistemas Estructurales y no Estructurales

Debido a los desastrosos efectos que han generado los eventos por flujos de escombros, tanto en pérdidas humanas como materiales, se han diseñado diversas obras de mitigación destinadas a disminuir la probabilidad de ocurrencia del evento mencionado, (estabilización de taludes), disminución de la energía del flujo (presas permeables y modificación de pendientes), deposición o contención de los sedimentos transportados (barreras y mallas contenedoras, piscinas decantadoras).

Una vez estudiado el talud, definidos los niveles de amenaza y riesgo, el mecanismo de falla y analizados los factores de equilibrio, se puede pasar al objetivo final que es el diseño del sistema de prevención control o estabilización.

Existen varias formas de enfocar y resolver cada problema específico y la metodología que se requiere emplear depende de una serie de factores técnicos, sociales, económicos, políticos; con una gran cantidad de variables en el espacio y en el tiempo. A continuación, se presentan algunas de las metodologías que se han utilizado para disminuir o eliminar el riesgo a los deslizamientos de tierra:

### **Diseño de terraplenes**

Los terraplenes son estructuras muy susceptibles a problemas de deslizamientos y erosión debido a su bajo grado de cementación y a que generalmente su colocación genera una disminución del factor de seguridad del talud preexistente, por aumento de los esfuerzos actuantes. Adicionalmente, se modifican las condiciones de

humedad, la posición del nivel freático y se induce una superficie de debilidad en el contacto entre el terraplén y el suelo natural subyacente, (Imagen 16).

Para el diseño de terraplenes se deben tener en cuenta varios criterios:

- ✓ La pendiente y altura deben producir un talud topográficamente estable. Si esto no es posible se deben construir estructuras de contención para el terraplén.
- ✓ La compactación debe garantizar una resistencia interna suficiente
- ✓ No deben bloquearse nacimientos de agua o zonas de humedad sin construir previamente un sistema de subdrenaje eficiente.
- ✓ El contacto entre el suelo subyacente y el terraplén debe ser discontinuo para impedir la formación de una superficie de debilidad, Si persiste la posibilidad de movimiento se deben diseñar y construir llaves de cortante debajo del terraplén
- ✓ El peso del terraplén no debe superar la capacidad de soporte del suelo sobre el cual se coloca, ni producir deslizamiento del suelo subyacente. Para disminuir el peso del terraplén se puede requerir la utilización de materiales livianos para el relleno.

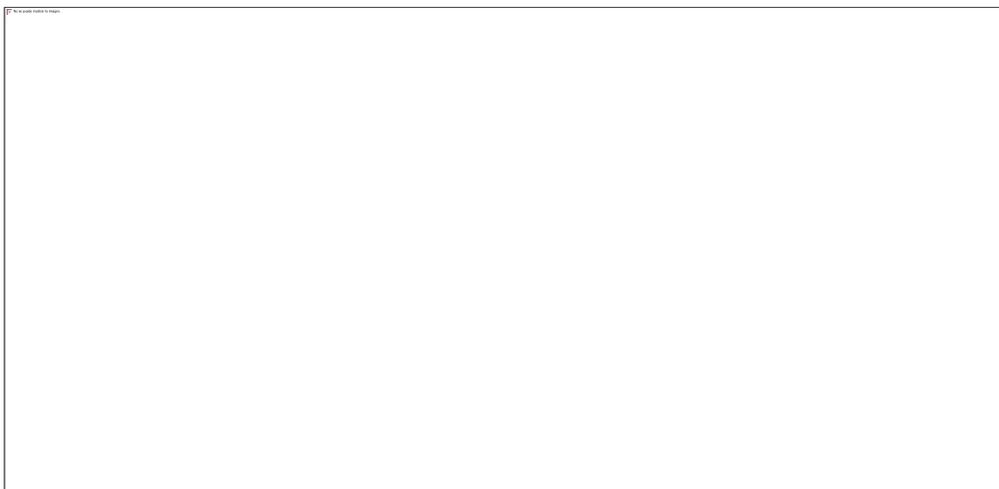


Imagen 16. Diseños de terraplén

Fuente: (Suarez J. , 2008).

## **Llaves de cortante en terraplenes**

Las llaves de cortante son utilizadas para proveer una resistencia adicional al deslizamiento horizontal de la base de terraplenes o bermas. El principal propósito de la llave de cortante es forzar al círculo crítico a profundizarse a una formación profunda más resistente. Este método es muy efectivo cuando a poca profundidad debajo del terraplén aparecen mantos de suelos duros, (Imagen 17).

Para la construcción de la llave se realiza una excavación en zanja por debajo del nivel del terraplén y esta se rellena con roca o materiales muy competentes compactados. En su construcción debe tenerse cuidado de no producir un deslizamiento con la excavación.



Imagen 17.diseños de Llaves de cortante en terraplenes

Fuente: (Suarez J. , 2008).

## **Drenaje superficial.**

El objetivo principal del drenaje superficial es mejorar la estabilidad del talud reduciendo la infiltración y evitando la erosión. El sistema de recolección de aguas superficiales debe captar la escorrentía tanto del talud como de la cuenca de drenaje arriba del talud y llevar el agua a un sitio seguro lejos del deslizamiento. El agua de escorrentía debe en lo posible, desviarse antes de que penetre el área del deslizamiento. Esto puede lograrse con la construcción de zanjas interceptoras en la parte alta del talud, llamadas zanjas de coronación. No se recomienda en problemas de taludes la utilización de conducciones en tubería por la alta susceptibilidad a agrietarse o a taponarse, generando problemas de infiltración masiva concentrada.

Por otro lado, el agua que cae por lluvias directamente sobre la superficie del talud debe ser evacuada lo más rápidamente posible, evitando al mismo tiempo que su

paso cause daños considerables al talud, por erosión, almacenamientos e infiltraciones; perjuicios que pueden ser evitados, tratando el talud con una serie de medidas que favorezcan el drenaje. Entre las más utilizadas son: sellado de grietas con arcilla y empradización, imprimación del talud con asfalto, recubrimiento con plásticos, recubrimiento parcial o total con enrocado, conformación y nivelación para evitar o eliminar depresiones y alcantarillas superficiales.

En ocasiones es importante la construcción de medidas temporales de drenaje superficial después de ocurrido un deslizamiento para evitar su ampliación o aceleración. Estas obras pueden consistir en diques o canales de bolsas de polipropileno o fibras vegetales rellenas de suelo, (Imagen 18).

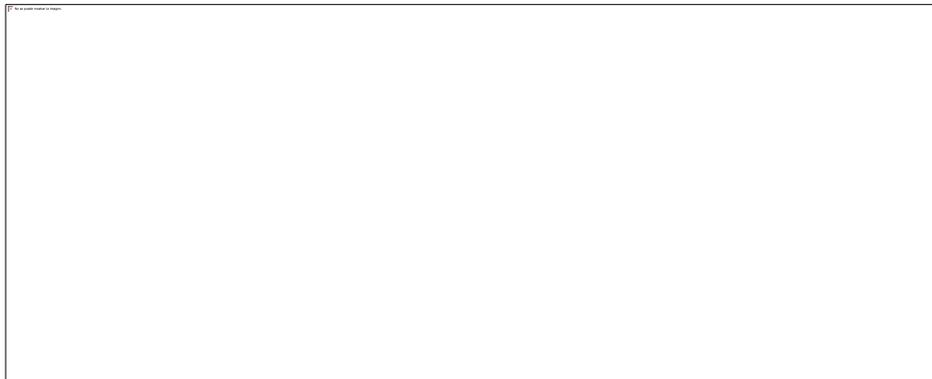


Imagen 18. Diseños de alivio de drenaje

Fuente: (Suarez J. , 2008)

### **Pozos de alivio de drenaje**

Los pozos verticales de drenaje son perforaciones verticales abiertas que tratan de aliviar las presiones de poros, cuando los acuíferos están confinados por materiales impermeables como puede ocurrir en las intercalaciones de lutitas y areniscas. Los pozos verticales, tienen generalmente un diámetro externo de 16 a 24 pulgadas, con un tubo perforado de 4 a 8 pulgadas de diámetro en el interior de la perforación. En ocasiones se utilizan drenes de diámetro hasta de dos metros (Collota & Moretti, 1988). El espacio anular entre la perforación y el tubo se llena con material de filtro, (Imagen 19a.).

Su sistema de drenaje puede ser por bombeo, interconectando los pozos por drenes de penetración o por medio de una galería de drenaje o empleando un sistema de sifón.

El espaciamiento de los pozos depende de la estructura de las formaciones. Si aparecen juntas verticales es posible que los pozos no intercepten las presiones de agua, como sí ocurre cuando el drenaje natural de la formación es horizontal. Debe tenerse en cuenta que es más efectivo incrementar el número de pozos que aumentar el diámetro. Los espaciamientos más comunes varían de 3 a 15 metros. La profundidad depende del espesor de la zona inestable y la estabilidad requerida. Se conoce de drenes hasta de 50 Metros de profundidad (Abramson, Lee, Sharma, & Boyce, 1996).

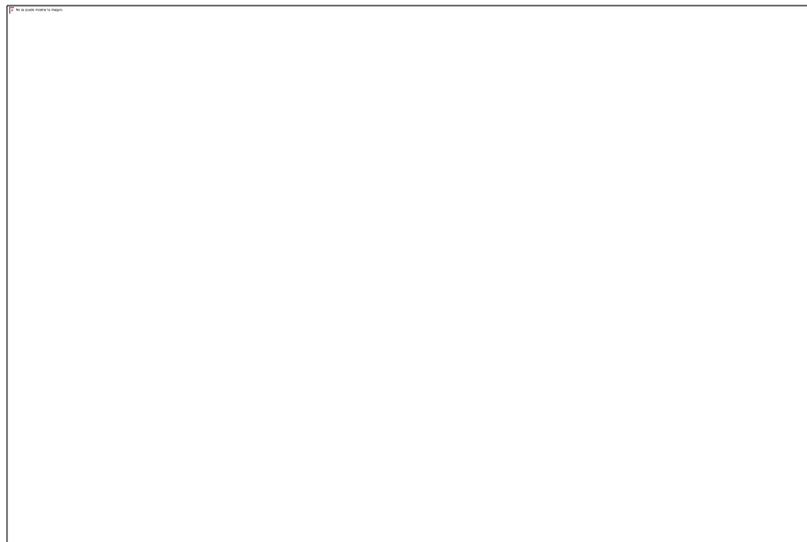


Imagen 19. Diseños de pozos de alivio de drenaje

Fuente: (Suarez, 2008)

La utilización de grupos de pozos verticales, (Imagen 19b.), que drenan por gravedad ha aumentado en los últimos años debido a que adicionalmente al efecto de drenaje, ayudan al control de asentamientos de consolidación en los casos de terraplenes sobre suelos blandos (Holtz, Jamiolkowski, Lancellotta, & Pedroni, 1991). El sistema consiste en la construcción de drenes horizontales que interceptan el sector inferior de los pozos verticales. Esta tecnología ha sido utilizada con éxito en Italia (Bruce, 1992). La tecnología Rodren aplicada en Italia, consiste en pozos verticales de diámetros entre 1.5 y 2.0 metros espaciados 5 a 8 metros e interconectados en su base por un tubo colector.

Los drenes colectores se instalan mediante la perforación de drenes horizontales dentro del diámetro del pozo vertical. Este sistema de drenaje permite drenar a grandes profundidades sin la necesidad de perforar zanjas continuas y es accesible para inspección y mantenimiento. Generalmente, en el sistema de drenaje algunos pozos son utilizados para drenaje, los cuales se llenan con material filtrante y otros para inspección y mantenimiento. El autor (Beer, 1992), reporta un caso en el cual se instalaron sistemas de Drenaje Rodren a profundidades de 52 metros con espaciamientos entre pozos de 15 metros.

El pozo es perforado mediante un equipo estándar para la construcción de pilas. En ocasiones se pueden requerir entibados para prevenir el derrumbe de las paredes o la colocación de una pared metálica o tubo vertical.

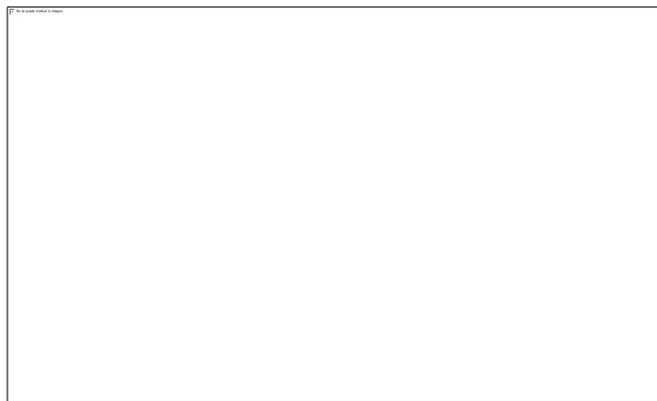


Imagen 20. Diseños de pozos de alivio verticales.

Fuente: (Suarez J. , 2008)

Una tecnología similar consistente en caissons acampanados juntamente con drenes horizontales también ha sido utilizada (Woodward Clyde Consultants, 1994)

Las excavaciones se llenan con material de filtro. En ocasiones se construyen en tal forma que las puntas de las campanas se intercepten para producir un drenaje entre campana y campana.

La utilización de drenes verticales utilizando bombeo, aunque es utilizada universalmente presenta los problemas de mantenimiento y operación del sistema de drenaje. El uso de sistemas de sifón para drenaje de los pozos verticales también ha sido utilizado, pero existen dudas serias sobre su funcionalidad con el tiempo, (Imagen 20).

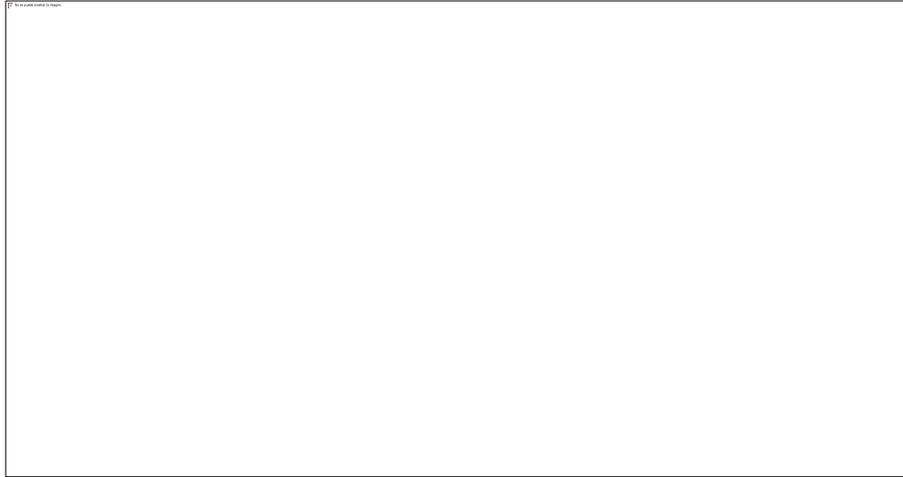


Imagen 21. Caissons acampanados

Fuente: (Suarez,2008)

Dentro de las medidas no estructurales se deben incluir políticas ambientales que tomen conciencia en cuanto al desarrollo del conocimiento sobre el cuidado del medio ambiente, mecanismo de participación pública e información a la población de los sectores que se encuentran en alto riesgo por amenaza de deslizamiento dentro del área de estudio de la Comunidad Briones de la Parroquia San Pablo y los impactos derivados que este evento adverso produce. Con el fin de reducir la vulnerabilidad de la población, partiendo de la planeación y la gestión.

Entre los sistemas no estructurales anotamos:

#### **Sistemas de Evacuación.**

Se debe implementar medidas de evacuación inmediata de simulaciones y simulacros y la incorporación de sistemas de alertas tempranas que den alertas de observación basadas en vigilancias de precipitación en las áreas de mayor riesgo dentro del área de estudio. Estableciendo que los deslizamientos pueden ser provocados por la inestabilidad de terrenos por acción de la filtración de agua debido a las lluvias intensas que afecten la comunidad.

#### **Medidas Ambientales**

El medio está conformado por componentes físicos, químicos, y biológicos externos que interactúan con los seres humanos, influyendo con actividades derivadas del crecimiento poblacional, de tal manera que no se toma conciencia en protegerlo. Las

medidas de mitigación ambientales tienen como finalidad disminuir el evento a los que están expuestos tomando en cuenta los siguientes factores:

### 1. Reforestación

La disminución de la vegetación natural es la causa principal para que se genere cierto grado de susceptibilidad en el suelo, tales actividades son: la tala inmoderada de árboles que utilizan para fines comerciales, el cambio de uso de suelos para la agricultura, la ganadería y los asentamientos informales, así como los incendios naturales o provocados, debemos tomar en cuenta que la plantación de árboles es importante para favorecer la estabilización del suelo. Además, de conservar la biodiversidad y el hábitat (Centro de Investigación Tropicales, 2013)

### 2. Forestación

Hace referencia a la actividad que se encarga de llevar a cabo la gestión de todo tipo de plantaciones que se pueden ejecutar en el área de estudio, trabajando en conjunto con la silvicultura, logrando con esto una mejor técnica para el cultivo de bosques y cuidado forestal con el fin de responder las diferentes necesidades que la sociedad está pasando actualmente.

### 3. Prevención de incendios forestales

Los incendios forestales ocurren cuando el fuego se propaga sin control alguno, específicamente en zonas rurales afectando la vegetación como árboles, matorrales, pastos y cultivos. Los bosques son el lugar donde viven muchas plantas y animales. Además, son los que producen oxígeno, purifican el agua y enriquecen el suelo, por lo cual son necesarias medidas preventivas.

- ✓ No arrojar cerillos encendidos dentro de la vegetación o zonas de bosque seco.
- ✓ No arrojar basura, botellas o vidrios que puedan iniciar el fuego creando una especie de lupa que concentra los rayos del sol.
- ✓ No realizar fogatas en los bosques.

- ✓ En áreas agrícolas evitar utilizar el fuego como herramienta para limpiar el terreno que se va a sembrar.

### **Capas Vegetales**

Consiste en la siembra de pastos, ya sea a través de la siembra por semillas, tepes o fragmentos de las plantas mismas. Comúnmente a esta capa vegetal se le llama grama y contribuye a las funciones de, evitar el impacto directo de las gotas de lluvia sobre el suelo, disminuir el flujo superficial del agua de escorrentía, evitar el secamiento superficial del suelo, evitar el arrastre de material y contribuir a la armonía del medio ambiente, (Imagen 21). Ya que su apariencia es muy atractiva a los ojos de las personas. En taludes de gran altura deben utilizarse drenajes superficiales que colecten el agua que circula sobre la superficie de estos.

Ya anteriormente se ha visto cómo puede revegetarse un talud utilizando biomantas o geomantas en taludes un tanto estériles, pero en este caso la siembra se realiza utilizando plantas vivas o semillas.



Imagen 22.diseños de medidas preventivas capas vegetales

Fuente: (Alberti, Canales, & Sandoval, 2006)

## **Barreras Vivas**

Son prácticas utilizadas para evitar o disminuir la velocidad de la escorrentía sobre laderas y por tanto la erosión y desestabilización de esta. Estas prácticas son utilizadas por los agricultores para proteger sus propiedades; pero constituyen medidas preventivas de mucha ayuda.

Las barreras vivas son hileras simples, dobles o triples de especies vegetales preferiblemente perennes y de crecimiento denso, establecidas en curvas a nivel y distanciamientos cortos. Los espacimientos máximos recomendados entre barreras vienen dados según la siguiente, (Tabla 2).

Tabla 2. Barreras vivas

<b>Barrera</b>	<b>Pendiente suave hasta 15%</b>	<b>Pendiente moderada 15-30%</b>	<b>Pendiente fuerte 30-50%</b>
Barreras vivas	15 – 30 mts.	10 – 15 mts.	6 – 10 mts.

Fuente: (Guía técnica CSA PASOLA, 2000).

El objetivo principal de las barreras vivas es el de reducir la velocidad de escorrentía superficial y retener el suelo que en ella se transporta. Para que este objetivo se cumpla, las especies se plantan lo más unidas posibles, para que en el menor tiempo la barrera sea continua, (Imagen 22).

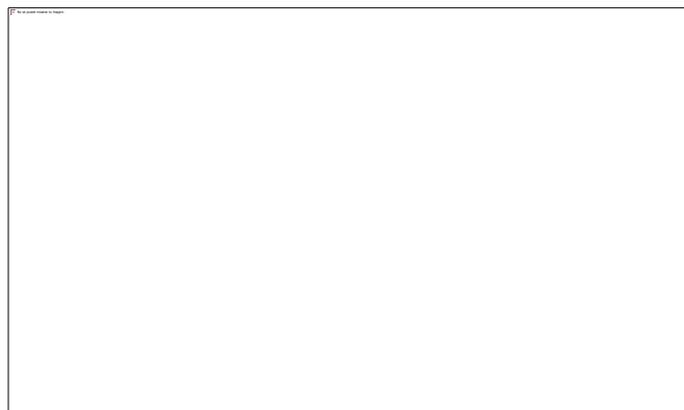


Imagen 23. diseños de medidas preventivas barreras vivas

Fuente: (Alberti, Canales, & Sandoval, 2006).

Al disminuir la velocidad de escorrentía y retener mayor humedad en los suelos, las barreras vivas permiten la conservación y restauración de suelos y agua. Con un sistema de barreras vivas, se disminuyen los efectos nocivos causados por la escorrentía superficial y, por lo tanto, se contribuye a conservar la productividad de los recursos naturales, como se observa en la, (Imagen 23).

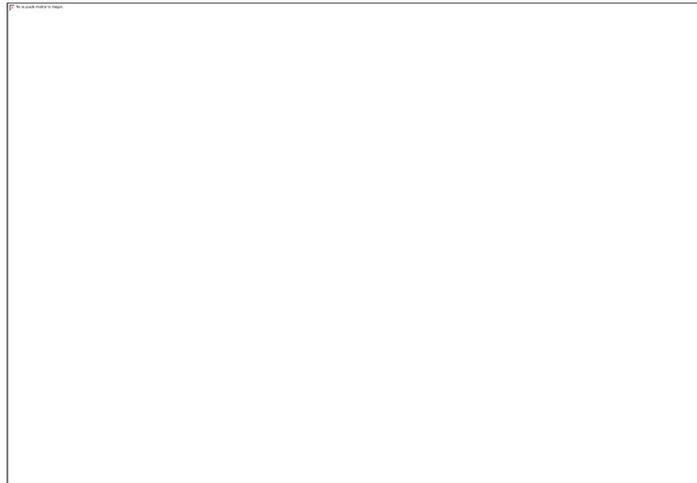


Imagen 24. Diseños de medidas preventivas barreras vivas

Fuente: (Alberti, Canales, & Sandoval, 2006)

Los campos de aplicación de las barreras vivas se pueden establecer en todo el territorio nacional, de acuerdo con la especie a utilizar, son recomendadas para pendientes hasta del 15 %, arriba de esta inclinación, deben combinarse con otras actividades de manejo sostenible de suelos y agua.

La especie más adecuada para estabilizar taludes es: Nombre Común: Vetiver

Nombre Científico: *Vetiveria Zizanioides, sp*

Actualmente en el Ecuador el pasto vetiver ha sido ampliamente difundido por los programas de transferencia de tecnología como una alternativa para el control de la erosión en zonas de ladera, lo cual favorece grandemente la adopción por parte de los productores debido a las múltiples ventajas generadas de la utilización de este pasto como una barrera viva para el control de la escorrentía y la reducción de la tasa de pérdida de suelo.

El pasto vetiver es originario del Sureste Asiático específicamente desde la India hasta China. Sus zonas de siembra son a nivel de los cinco continentes, es una gramínea perenne que pertenece a la familia Andropogoneae, su principal característica es que posee tupida cantidad de hojas, carece de aristas, es resistente y sin vellosidades, no tiene rizomas ni estolones y se propaga mediante divisiones radiculares o manojos enraizados.

Las raíces de vetiver son muy fuertes, poseen una resistencia significativa a la tensión de aproximadamente 75 MPa. Cuando la densa y masiva red radical actúa en conjunto tiene un comportamiento parecido al del suelo anclado usado comúnmente en ingeniería civil, aplicable únicamente a superficies de falla poco profunda. Con su innato poder para penetrar estratos duros o capas de roca, la acción de las raíces del vetiver es análoga a anclajes del suelo vivos (Hengchaovanich, 1998) ,(Imagen 24).

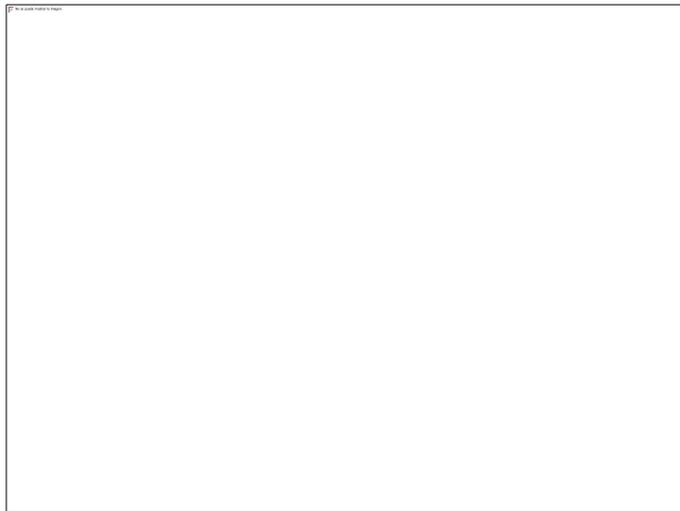


Imagen 25.Planta vetiver

Fuente: (Alberti, Canales, & Sandoval, 2006).

### **Características Botánicas**

- ✓ Raíz: ramificada y esponjosa que alcanza hasta tres metros de profundidad
- ✓ Tallo: erguidos con altura entre 0,5 y 1,5 metros.
- ✓ Hojas: relativamente rígidas, largas y angostas un tanto afiladas, de 75 centímetros de largo y hasta 8 milímetros de grosor.
- ✓ Flor: panícula con 15 y 40 centímetros de largo; los nudos y pedicelos sin vellosidades.

- ✓ Semilla: Básicamente el medio de propagación más utilizado con esta especie es su sistema radicular, el cual se divide dejando una parte del tallo de 15 a 20 cm de largo para luego ser sembrado.

### Vulnerabilidad

Es entendida como la predisposición o susceptibilidad que tiene un elemento de ser afectado o de sufrir una pérdida, y tener dificultad para recuperarse de ella. Es fruto de un proceso de acumulación de problemas de orden político, económico y social en una comunidad, problemas que generan fuertes condiciones de debilidad e inestabilidad dentro de la misma.

La falta de organización de la población, el poco conocimiento del medio en que habita, la falta de recursos económicos en las familias, el débil acceso a los servicios básicos, así como la construcción de viviendas con materiales inadecuados o la ubicación del centro poblado en terrenos no aptos, son algunos casos de vulnerabilidad que hemos encontrado a través de este estudio.

Estos casos corresponden a los distintos tipos de vulnerabilidad existentes (Wilches, 1993):

#### **Vulnerabilidad Física**

Principalmente por la localización de los centros poblados en zonas inseguras, y el uso de materiales inadecuados para la construcción de las viviendas.

#### **Vulnerabilidad Social**

Entendida como el grado de cohesión de la población de una comunidad, en organizaciones de base, clubes de madres, comité de productores, rondas campesinas, entre otras.

#### **Vulnerabilidad Económica.**

En la medida que la falta de recursos económicos hace más difícil el acceso a los servicios básicos, a una infraestructura y a una vivienda adecuada, del mismo modo dificulta una rehabilitación y una reconstrucción rápida luego del desastre.

### **Vulnerabilidad Política**

Por la débil autonomía de los gobiernos locales con respecto al gobierno central, llevada por una dependencia económica, política y de planificación, lo que dificulta el desarrollo de planes y programas de nivel local.

### **Vulnerabilidad Institucional**

Entendida como la falta de una organización que maneje la prevención y la emergencia a nivel local.

### **Vulnerabilidad Educativa**

Dado que los contenidos de nuestros programas educativos no están acordes con la realidad de los alumnos.

### 2.3.3 Marco legal

#### Constitución de la República

En el año 2008, Ecuador incorporó en su Constitución (Asamblea Nacional Constituyente de Ecuador de 2007-2008, 2008) la gestión de riesgos como parte del Régimen del Buen Vivir. La Constitución se refiere a la gestión de riesgos en los artículos que revisaremos a continuación:

#### **Régimen de Competencias**

##### **Artículo 261**

“El Estado central tendrá competencias exclusivas sobre (...) el manejo de desastres naturales”.

##### **Artículo 264**

“Los Gobiernos Municipales y de los Distritos Metropolitanos tendrán entre sus competencias exclusivas (...) gestionar los servicios de prevención, protección, socorro y extinción de incendios”.

##### **Artículo 340**

“El sistema nacional de inclusión y equidad social es el conjunto articulado y coordinado de sistemas, instituciones, políticas, normas, programas y servicios que aseguren el ejercicio garantía y exigibilidad de los derechos reconocidos en la Constitución y el cumplimiento de los objetivos del régimen de desarrollo (...)”.

### **Artículo 389**

“El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y Mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad.

El Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos está compuesto por las unidades de gestión de riesgos de todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos local, regional y nacional. El Estado ejercerá la rectoría a través del organismo técnico establecido en la ley. Tendrá como funciones principales, entre otras:

- ✓ Identificar los riesgos existentes y potenciales, internos y externos que afecten al territorio ecuatoriano.
- ✓ Generar, democratizar el acceso y difundir información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo.
- ✓ Hay que asegurar que todas las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, y de forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión.
- ✓ Fortalecer en la ciudadanía y en las entidades públicas y privadas capacidades para identificar los riesgos inherentes a sus respectivos ámbitos de acción, informar sobre ellos, e incorporar acciones tendientes a reducirlos.
- ✓ Articular las instituciones para que coordinen acciones a fin de prevenir y mitigar los riesgos, así como para enfrentarlos, recuperar y mejorar las condiciones anteriores a la ocurrencia de una emergencia o desastre.

- ✓ Realizar y coordinar las acciones necesarias para reducir vulnerabilidades prevenir, mitigar, atender y recuperar eventuales efectos negativos derivados de desastres o emergencia en el territorio nacional.
- ✓ Garantizar financiamiento suficiente y oportuno para el funcionamiento del sistema y coordinar la cooperación internacional dirigida a la gestión de riesgo.

### **Artículo 390**

“Los riesgos se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implicará la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico. Cuando sus capacidades para la gestión de riesgos sean insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y mayor capacidad técnica y financiera brindarán el apoyo necesario con respeto a su autoridad en el territorio y sin relevarlos de su responsabilidad”.

Ley de Seguridad Pública y del Estado (2009)

### **Artículo 11, literal d**

“La prevención y las medidas para contrarrestar, reducir y mitigar los riesgos de origen natural y antrópico o para reducir la vulnerabilidad, corresponden a las entidades públicas y privadas, nacionales, regionales y locales. La rectoría la ejercerá el Estado a través de la Secretaría de Gestión de Riesgos”. (Asamblea Nacional Constituyente , 2009)

### **Reglamento de la Ley de Seguridad Pública y del Estado (2010)**

**En el artículo 3** ratifica a la Secretaría de Gestión de Riesgos (SGR) como el órgano rector y ejecutor del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos (SNDGR).

**El artículo 18**, Establece las competencias de la SGR para la rectoría del SNDGR, entre las que se destacan:

- ✓ Formular las políticas, estrategias, planes y normas del SNDGR, bajo la supervisión del Ministerio Coordinador de Seguridad.
- ✓ Adoptar, promover y ejecutar las acciones necesarias para garantizar el cumplimiento de las políticas, estrategias, planes y normas del sistema.
- ✓ Diseñar programas de educación, capacitación y difusión, orientados a fortalecer las capacidades de las instituciones y ciudadanos para la gestión de riesgos.
- ✓ Fortalecer a los organismos de respuesta y atención a situaciones de emergencia.
- ✓ Formular convenios de cooperación interinstitucional destinados al desarrollo de la investigación científica. (Reglamento de la ley de seguridad pública y del estado

#### **Artículo 19**

“El Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos está compuesto por las unidades de gestión de riesgos de todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos local, regional y nacional”. (Asamblea Nacional Constituyente , 2009).

#### **Artículo 20**

Ordena que la SGR, como órgano rector, debe organizar al SNDGR, a través de las herramientas reglamentarias o instructivas que se requieran. (Reglamento de la ley de seguridad pública y del estado pág. 6).

#### **Artículo 24. De los Comités de Operaciones de Emergencia (COE)**

“Son instancias interinstitucionales responsables en su territorio de coordinar las acciones tendientes a la reducción de riesgos, y a la respuesta y recuperación en situaciones de emergencia y desastre. Los Comités de Operaciones de Emergencia, operarán bajo el principio de descentralización subsidiaria que implica la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico como lo establece el artículo 390 de la constitución.

Existirán Comités de Operaciones de Emergencia nacionales, provinciales y cantonales para los cuales la Secretaría de Gestión de Riesgos normará su conformación y funcionamiento”. (Reglamento de la ley de seguridad pública y del estado pág. 7).

#### Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo (2016)

### **Capítulo I: Definición y Objeto**

Art.11.- “Alcance del componente de ordenamiento territorial. Además de lo previsto en el Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas y otras disposiciones legales, la planificación del ordenamiento territorial de los Gobiernos Autónomos Descentralizados observarán, en el marco de sus competencias, los siguientes criterios: (Asamblea Nacional Constituyente , 2016)

(...)3. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales y Metropolitanos, de acuerdo con lo determinado en esta Ley, clasificarán todo el suelo cantonal o distrital, en urbano y rural y definirán el uso y la gestión del suelo. Además, identificarán los riesgos naturales y antrópicos de ámbito cantonal o distrital, fomentarán la calidad ambiental, la seguridad, la cohesión social y la accesibilidad del medio urbano y rural, y establecerán las debidas garantías para la movilidad y el acceso a los servicios básicos y a los espacios públicos de toda la población”.

### **Artículo 140.**

“La gestión de riesgos que incluye las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al territorio se gestionarán de manera concurrente y de forma articulada por todos los niveles de gobierno de acuerdo con las políticas y los planes emitidos por el organismo nacional responsable (...).

Los gobiernos autónomos descentralizados municipales adoptarán obligatoriamente normas técnicas para la prevención y gestión de riesgos en sus territorios con el propósito de proteger las personas, colectividades y la naturaleza, en sus procesos de ordenamiento territorial.

Para el caso de riesgos sísmicos los Municipios expedirán ordenanzas que reglamenten la aplicación de normas de construcción y prevención”.

Gracias a la Ley Orgánica Reformativa al COOTAD (enero, 2014), se incluyó una disposición que prohíbe la regularización de asentamientos humanos en zonas de riesgo.

#### **Disposición Décimo Cuarta**

“Por ningún motivo se autorizarán ni se regularizarán asentamientos humanos, en zonas de riesgo y en general en zonas en las cuales se pone en peligro la integridad o la vida de las personas. El incumplimiento de esta disposición será causal de remoción inmediata de la autoridad que ha concedido la autorización o que no ha tomado las medidas de prevención necesarias para evitar los riesgos.

## CAPITULO 3: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Los estudios de caso utilizan técnicas de investigación cualitativa, cuantitativa y mixta, analizan un objeto de estudio de manera detallada, para responder al planteamiento del problema. Los estudios de caso pueden ser preexperimentales, no experimental (transversal o longitudinal) y en ciertas situaciones utilizan métodos cualitativos. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010)

Para el estudio de caso propuesto se dio un enfoque mixto de investigación (cualitativo y cuantitativo), por un lado, se describe la situación del deslizamiento y por otro lado se determina los factores socio-natural que han incidido sistemáticamente en el proceso de deslizamiento presente en el sector.

El alcance de la investigación, una vez efectuado la revisión de la literatura, se realizó una incursión en el campo e iniciamos la recolección de los datos, por lo tanto, el nivel de investigación fue hasta explicativo-correlacional partiendo de lo descriptivo.

Para el diagnóstico del deslizamiento del sector Briones de la parroquia San Pablo se utilizó el estudio descriptivo, que permitió especificar las propiedades, características del proceso de deslizamiento para posteriormente someterlo a un análisis, utilizando la metodología de Suarez, (2008) que consiste en la aplicación de diferentes matrices (tablas 3,4,5,6).

Esta metodología puede ser modificada y adaptada a las condiciones físicas del área de estudio, permite desarrollar una aproximación del grado de amenaza por deslizamientos a partir de los parámetros que presentan mayor influencia en las condiciones de inestabilidad, evaluar los factores desencadenantes y condicionantes mismos que pueden presentar valores cualitativos o cuantitativos, tales factores reúnen aspectos topográficos, geotécnicos, históricos, geomorfológicos y ambientales, en función de la suma total de las calificaciones asignadas, establece cinco grados de la susceptibilidad del deslizamiento desde muy bajo a muy alto, la

ponderación de los valores y la categorización de la peligrosidad en niveles establecidos.

Los parámetros de evaluación del grado de susceptibilidad del deslizamiento tienen criterios tal como se detalla, (Cuadro 4), cabe indicar que no existe un procedimiento estandarizado para determinar la susceptibilidad a los deslizamientos y existe mucha libertad en la determinación de los pasos a seguir.

Para dar un mayor entendimiento del presente estudio de caso del sector Briones, fue necesario establecer una metodología de trabajo acorde con los indicadores establecidos por la consultoría (Subsuelo Servicios, 2017). Para el desarrollo e interpretación de los mapas de susceptibilidad a deslizamientos, muy alta, alta, moderada, baja, y muy baja, contamos con el siguiente parámetro de análisis.

Cuadro 4. Parámetros evaluación de la amenaza por movimientos en masa

Grado de susceptibilidad	Criterio
Muy alta	Laderas con zonas de falla, masas de suelo altamente meteorizadas y saturadas, y discontinuidades desfavorables donde han ocurrido deslizamientos o existe alta posibilidad de que ocurran
Alta	Laderas que tienen zonas de falla, meteorización alta a moderada y discontinuidades desfavorables donde han ocurrido deslizamientos o existe la posibilidad de que ocurran.
Moderada	Laderas con algunas zonas de falla, erosión intensa o materiales parcialmente saturados donde no han ocurrido deslizamientos, pero no existe completa seguridad de que no ocurran.
Baja	Laderas que tienen algunas fisuras, materiales parcialmente erosionados no saturados con discontinuidades favorables, donde no existen indicios que permitan predecir deslizamientos.
Muy baja	Laderas no meteorizadas con discontinuidades favorables que no presentan ningún síntoma de que puedan ocurrir deslizamientos.

Fuente: Suarez, 1998.

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

Además, se determina los factores condicionantes que permitirán tener resultados positivos para el estudio de caso, por la cual la presente metodología propone la evaluación de los siguientes factores, (Cuadro 5).

Cuadro 5. Factores condicionantes modelo movimientos en masa

Tema	Capa de Datos	Tablas de Datos de Acompañamiento
Geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Unidades de terreno para el mapeo</li> <li>✓ Unidades de terreno para el mapeo</li> <li>✓ Deslizamientos recientes</li> <li>✓ Deslizamientos antiguos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Unidades de terreno para el mapeo.</li> <li>✓ Descripción geomorfológica.</li> <li>✓ Tipo, actividad, profundidad, dimensiones, etc.</li> </ul>
Topografía	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Modelo digital del terreno</li> <li>✓ Mapa de pendiente</li> <li>✓ Mapa de dirección de pendientes</li> <li>✓ Longitud de las pendientes</li> <li>✓ Concavidades y convexidades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Clases de altitud.</li> <li>✓ Ángulos y clases de talud.</li> <li>✓ Clase de dirección de pendientes.</li> <li>✓ Clases de longitud de las pendientes.</li> <li>✓ Datos de concavidades o de convexidad.</li> </ul>
Geología y Geotecnia	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Litología</li> <li>✓ Secuencias de materiales</li> <li>✓ Mapa de geología estructural</li> <li>✓ Aceleraciones sísmicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Litología, existencia de la roca, desplazamiento de discontinuidades.</li> <li>✓ Tipos de material, profundidad, clasificación unificada, granulometría, densidad, <math>c</math> y <math>\phi</math>.</li> <li>✓ Tipos de falla, longitud, buzamiento, dirección, ejes de plegamiento, etc.</li> <li>✓ Aceleración sísmica máxima, periodo de retorno.</li> </ul>
Uso de la tierra	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Infraestructura reciente</li> <li>✓ Infraestructura antigua</li> <li>✓ Mapa de uso actual de la tierra</li> <li>✓ Uso antiguo de la tierra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Carreteras, acueductos, urbanizaciones, etc.</li> <li>✓ Carreteras, acueductos, urbanizaciones, etc.</li> <li>✓ Tipos de uso, densidad de árboles, profundidad de raíces.</li> <li>✓ Tipos de uso.</li> </ul>
Hidrología	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Drenaje</li> <li>✓ Áreas, diferencia de escorrentía</li> <li>✓ Lluvias</li> <li>✓ Temperatura</li> <li>✓ Evapotranspiración</li> <li>✓ Mapas de niveles freáticos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tipo, orden, longitud, densidad.</li> <li>✓ Orden, tamaño.</li> <li>✓ Cantidades de precipitación, intensidades, periodo de retorno.</li> <li>✓ Temperatura en el tiempo.</li> <li>✓ Evapotranspiración en el tiempo.</li> <li>✓ Profundidad del nivel freático en el tiempo</li> </ul>

Fuente: Suarez, 1998.

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

En este método se consideran los factores topográficos e históricos, (Tabla 3).

Tabla 3. Original del método para la estimación de la susceptibilidad de deslizamientos considerando los factores topográficos e históricos.

factor	Intervalo o categoría	Atributo/ relativo	
inclinación de los taludes	Más de 45°	2.0	Calificación Estimar el valor medio. Úsese clinómetro.
	35° a 45°	1.8	
	25° a 35°	1.4	
	15° a 25°	1.0	
	Menos de 15°	0.5	
altura	Menos de 50m	0.6	Desnivel entre la corona y el valle o fondo de la cañada
	50 a 100m	1.0	
	100 a 200 m	1.6	
	>200 m	2.0	
Antecedentes de deslizamientos en el sitio, área.	No se sabe	0.3	Reseñas verosímiles de lugareños
	Algunos someros	0.4	
	Si, incluso algunos con fechas	0.6	

Fuente: (Suarez J. , 1998)

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

Se estima la susceptibilidad a deslizamiento mediante los factores geomorfológicos y ambientales, (Tabla 4).

Tabla 4. Método para la estimación de la susceptibilidad de deslizamientos considerando los factores geomorfológicos y ambientales.

Factor	Intervalo o categoría	Atributo/ relativo	Observaciones
Evidencias geomorfológicas de hueco en laderas contigua	Inexistentes	0	Formas de conchas o de embudo (flujos)
	Volúmenes moderados	0.5	
	Volúmenes faltantes	1.0	
Vegetación y uso de la tierra	Zona urbana	2.0	Considérense no sólo la ladera, sino también la plataforma en la cima
	Cultivos anuales	1.5	
	Vegetación intensa	0	
	Vegetación moderada	0.8	
	Área deforestada	2.0	
Régimen del agua en la ladera	Nivel freático superficial	1.0	Detectar posibles emanaciones de agua en el talud.
	Nivel freático inexistente	0	
	Zanjas o depresiones donde se acumule agua	1.0	

Fuente: (Suarez J. , 1998)

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

Además, se consideran los factores geotécnicos, caracterizando los tipos de suelo y resistividad, (Tabla 5).

Tabla 5. Método para la estimación de la susceptibilidad de deslizamientos considerando los factores geotécnicos.

Factor	Intervalo o categoría		Atributo/ relativo	Observación
Tipo de suelos o rocas	Suelos granulares medianamente compactos o sueltos. Suelos que se reblandecen con la absorción de agua. Formaciones poco consolidadas.		1.5 a 2.5	Vulnerables a la erosión, suelos de consistencia blanda
	Rocas metamórficas (lutitas, pizarras y esquistos) de poco a muy intemperizadas		1.2 a 2	
	Suelos arcillosos consistentes arenolimosos compactos		0.5 a 1.0	Multiplicada por 1.3 si esta agrietada.
	Rocas sedimentarias (areniscas, conglomerados, etc.) y tobos competentes		0.3 a 0.6	Multiplicar por 1.2 a 1.5 según el grado de meteorización
	Rocas ígneas sanas (granito, basalto, riolita, etc.).		0.2 a 0.4	Multiplicar por 2 a 4 según el grado de meteorización
Espesor capa del suelo	Menos de 5 m		0.5	Revísense cortes y cañadas; o bien, recúrranse a exploración manual.
	5 a 10m		1.0	
	10 a 15 m		1.4	
	15 a 20 m		1.8	
Aspectos estructurales en formaciones rocosas	Echado de la discontinuidad	Menos de 15°	0.3	Considérense planos de contacto entre formaciones, grietas, juntas y planos de debilidad
		25 a 35°	0.6	
		Más de 45°	0.9	
	Ángulo entre el echado de las discontinuidades y la inclinación del talud	Más de 10°	0.3	Ángulo diferencial positivo si el echado es mayor que la inclinación del talud
		0° a 10°	0.5	
		0°	0.7	
		0° a -10°	0.8	
Ángulo entre el rumbo de las discontinuidades y el rumbo de la dirección de talud	Más de -10°	1	Considerar la dirección de las discontinuidades más representativas	
	Más de 30°	0.2		
	10° a 20°	0.3		
		Menos de 5°	0.5	

Fuente: (Suarez J. , 1998)

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

Finalmente se evalúa la susceptibilidad a deslizamientos con los parámetros de la, (Tabla 6).

Tabla 6. Parámetros de evaluación de susceptibilidad a deslizamiento.

AMENAZA TOTAL	DESCRIPCION	SUMA DE PESOS
<b>I</b>	Amenaza muy baja	3.5
<b>II</b>	Amenaza Baja	3.5 a 5
<b>III</b>	Amenaza Moderada	5.1 a 6.0
<b>IV</b>	Amenaza alta	6.1 a 7.5
<b>V</b>	Amenaza muy alta	7.5

Fuente: (Suarez J. , 2008)

Fue necesaria la descripción de cada uno de los factores para alcanzar los resultados del y análisis del proceso de deslizamientos, de la siguiente manera:

#### Factores morfológicos

La recopilación de información está basada en los estudios ya realizados por el municipio de Portoviejo, para el análisis respectivo morfológico se tomó en consideración la pendiente como uno de los parámetros indispensable para la estimación de susceptibilidad a Movimiento en masa con sus respectivas clasificaciones establecida en la metodología de trabajo.

Además, se evalúa la presencia de cicatrices de deslizamientos, es una evidencia que la ladera fue inestable (deslizamientos antiguos) o es inestable (deslizamiento activo). También existe el caso en que se requiere un pequeño factor desencadenante para que se active el deslizamiento (Factores antrópicos o naturales), entonces el deslizamiento se considera como latente.

#### Factores geológicos – geotécnicos

El objetivo principal es definir cuales áreas tienen un comportamiento crítico si estas se encuentran localizadas en zonas de influencia de corrientes de agua reales o eventuales provenientes de los sistemas de drenaje natural y artificial.

La de asignar calificaciones o valores a cada parámetro geológico o geotécnico, de acuerdo con su grado de influencia sobre la susceptibilidad y las condiciones reales del material.

#### Hidrogeología.

Se deben analizar las lluvias; tipo, características y longitud de los sistemas de drenaje; tamaño y características del área de afluencia de agua; temperatura; evapotranspiración y mapas de niveles freáticos.

#### Uso de la tierra y vegetación

El objetivo del mapa de vegetación o de cobertura vegetal es definir las áreas cubiertas por bosques primarios o secundarios, pastos, rastrojo, cultivos, entre otros. Es importante definir no solamente el tipo de vegetación sino su densidad y características específicas, adicionalmente, deben incluirse las áreas expuestas o desprovistas de vegetación.

Posteriormente realizado el diagnóstico y análisis del deslizamiento se trató de entender las condiciones de vulnerabilidad física estructural de las viviendas de la población asentadas en el sector Briones, utilizando la metodología de análisis de vulnerabilidades propuesta por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2012) y Secretaria de Gestión de Riesgo. Se ha considerado necesario localizar, referenciar y sistematizar los indicadores propuestos, contando con la percepción de la población acerca de sitios seguros.

#### Método de valoración de vulnerabilidad física-estructural

Es una metodología del PNUD que ha sido debidamente adaptada a la realidad del área de estudio sector Briones; para tener resultados visibles fue de vital importancia realizar estudios de campo que nos permitiera aplicar las herramientas establecidas por la metodología propuesta, con la utilización de la respectiva matriz (Anexo 1).

Para este estudio en particular se tomó como referencia la matriz correspondiente a deslizamiento, a continuación, se detalla las variables de vulnerabilidad estructural, peso de ponderación y rangos de calificación, los valores asignados a los indicadores dependen del tipo de amenaza. (SGR-PNUD-GRIP, 2011)

Teniendo en cuenta los parámetros de evaluación nos centraremos en la evaluación de análisis de vulnerabilidad estructural por deslizamiento la cuales se estiman las siguientes variables con sus respectivos valores y pesos, (Tabla 7).

Tabla 7. Caracterización de la vulnerabilidad física estructural ante amenaza de deslizamiento

<b>Índice de vulnerabilidad para amenaza de deslizamientos</b>			
<b>Variable</b>	<b>Valores posibles del indicador</b>	<b>Valor de ponderación</b>	<b>Valor máximo</b>
Sistema estructural	0,1,5,10	0,8	8
Material de paredes	0,1,5,10	0,8	8
Número de pisos	0,1,5,10	0,8	8
Año de Construcción	0,1,5,10	0,8	8
Estado de conservación	0,1,5,10	0,8	8
Características suelo	0,1,5,10	2	20
Topografía del sitio	0,1,5,10	4	40
	Valor mínimo = 0		100

Fuente: (SGR-PNUD-GRIP, 2011)

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

Para la recopilación y sistematización de la información fue necesario considerar otros aspectos metodológicos de investigación las cuales se detallan a continuación: exposición ante la amenaza, estimación del grado de vulnerabilidad estructural de las viviendas que fueron expuestas al potencial peligro de deslizamiento, para la ponderación de pesos se ha considerado trabajar a escala cualitativa estableciendo que mayor a > 67 es considerado alto, entre 33-66 medio, entre 0-33 Bajo, ponderados estos parámetros nos permite evaluar las vulnerabilidades existentes en el área de estudio.

Teniendo las valoraciones respectivas se muestra los resultados finales que se van a ir caracterizando según la calificación que se le da para cada caso, para determinar el nivel de vulnerabilidad expuesta a amenaza de deslizamiento, cada calificación empleada podrá tener un máximo calificativo de 100 puntos, a mayor puntaje mayor será la vulnerabilidad estructural, partiendo de esta condición se procederá a calificar el nivel de vulnerabilidad de cada vivienda del área de estudio, (Tabla 8).

Tabla 8. Calificación del nivel de vulnerabilidad

Nivel de vulnerabilidad	Puntaje
Bajo	0 a 33
Medio	34 a 66
Alto	Mayor a 67

Fuente: (SGR-PNUD-GRIP, 2011)

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

La contribución de la población, para complementar esta fase, fue mediante la percepción de la misma en cuanto a su hábitat, en laderas de la colina expuesta a deslizamiento inminente, su experiencia consta en encuestas aplicadas a los jefes o jefas de familia (Anexo 2)

Las medidas alternativas de intervención estructural y no estructural requirieron de un análisis explicativo-correlacional, a fin de establecer las causas de los eventos o sucesos estudiados, dando sentido de entendimiento al evento de referencia como es el proceso de deslizamiento y al asentamiento humano en este escenario

El resultado principal del estudio de caso que se ha venido desarrollando en el sector, tiene como eje fundamental brindar orientaciones de la gestión integral del riesgo y a su vez aterrizado al modelo de desarrollo sostenible de la ciudad, mismo que insumos muy importantes al plan de desarrollo y ordenamiento territorial, asegurando la sostenibilidad de los procesos para la gestión del riesgo de una forma prospectiva

### 3.2. DISEÑO

En el presente trabajo de investigación se utilizó el diseño no experimental, se trata de un estudio sistemático y empírico, no se manipulan las variables, ya que los eventos están sucediendo o ya sucedieron

### 3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

La Parroquia peri-urbana San Pablo tiene una extensión territorial de 11 km<sup>2</sup>, mientras el área comprendida dentro del estudio se aproxima a los 18 Ha, la cual corresponde al 0.18% de toda su extensión territorial. La población total del área de estudio del sector briones equivale a 180 familias.

#### Calculo del tamaño de la muestra

E = Error Admisible —————> 3%

Fórmula:

$$n = \frac{N}{E^2 (N - 1) + 1}$$

$$n = \frac{180}{0.03^2(180 - 1) + 1}$$

$$n = \frac{180}{(0,0009)(179) + 1}$$

$$n = \frac{180}{1,1611}$$

**n = 155 familias**

### 3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Los estimativos de ponderación está basado en las estructuras que fueron afectadas por el proceso de deslizamiento ocurrido en el año 2017, dicha información estará representada mediante mapas temáticos, estimando los siguientes escenarios: de riesgos de afectación asociado a la amenaza por deslizamiento, los niveles de vulnerabilidad de los elementos anteriormente expuestos para la comunidad Briones,

son base fundamental para la aplicación del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la zona (PDOT). Además, para la respuesta recuperación y rehabilitación ante un evento peligroso.

En base a los resultados planteados desde el análisis de la amenaza y la estimación de la vulnerabilidad se ha planteado alternativas de soluciones de mitigación (estructural y no estructural) que permitan reducir el riesgo de afectación por la desmaterialización de la amenaza, dicha soluciones estarán enmarcado a las estructuras del nuevo modelo de plan ciudad del Cantón Portoviejo.

Para el desarrollo del presente estudio de caso, se procedió a recabar información de vital importancia tales como: análisis de evaluación de instrumentación técnica científica para obtención de resultados geológico, geomorfológico, topográfico, litológico, pendiente; hidrogeológico, uso y ocupación de suelo, estudio de suelo y alternativas de obras de mitigación para el sector de la ciudadela Briones de la parroquia San Pablo del cantón Portoviejo” misma que fue realizado por la empresa SUBSUELO SERVICIOS.

Otra información permitió tener un panorama más amplio de las problemáticas presentadas en el sector: Informe de Evaluación de daños y análisis de necesidades (EDAN), informe técnicos, reporte del evento ocurrido el 06 de Enero del 2017 en las instituciones públicas y privadas tales como: SGR, GAD Municipal Portoviejo y su Dirección de Ambiente y Gestión de Riesgo, Ministerio de Inclusión Económica y Social ( MIES), Gobernación de Manabí, GAD Provincial de Manabí, GAD Parroquial de Abdón Calderón, Cooperative for Assistance and Relieve Everywhere, (CARE) Ecuador, Comisión Europea Ayuda Humanitaria, Comitato Internazionale Per Lo Sviluppo Dei Popoli (CISP), Cuerpo de Bomberos, Policía Nacional, Fuerzas Armadas.

Medios como páginas web, Diario Manabita, videos y fotos satelitales. Estos datos recabados, fueron parte fundamental para la contextualización, sistematización y análisis de la información, y para el diseño de la encuesta.

### 3.5. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

La sistematización de la información se desarrolló en dos etapas:

- **La primera**, relacionada con la recopilación, clasificación, revisión y análisis de la información existente; en esta fase se solicitó al GAD Municipal de Portoviejo estudios relacionados con la amenaza por deslizamiento del Sector la Briones de la Parroquia San Pablo, mediante la ejecución del *“Contrato de emergencia para el estudio de suelo y alternativas de obras de mitigación para el sector de la ciudadela Briones de la Parroquia San Pablo del cantón Portoviejo”* misma que fue realizado por la empresa SUBSUELO SERVICIOS, la información recopilada ha sido de vital importancia para el análisis y procesamiento de la información.
- **La segunda**, relacionada con la validación y generación de información complementaria; en esta etapa se revisó de forma detallada (incluyendo control de campo, imágenes históricas de ocupación y uso de suelo), la información escogida como base para la zonificación de la amenaza.

Todos los datos técnicos levantados fueron convalidados en campo con la finalidad de determinar la calidad de la información; para el análisis de estabilidad de la ladera se incorporaron herramientas informáticas SIG como es el ArcGIS 10.4. (ESRI, 2016) Teniendo en cuenta los valores de cálculos y el porcentaje de sus pesos asignados

Una vez calificados los diferentes factores que influyen en la estabilidad de una ladera, se procedió a realizar la sumatoria de todos los atributos relativos (pesos), a fin de estimar el grado de susceptibilidad de deslizamiento que pudiese adjudicársele a esta ladera. Para obtener los resultados del cálculo de susceptibilidad se procedió a realizar todas las sumas de los atributos mismos que se transformaron en formato ráster las respectivas capas vectoriales e incorporadas en el software ArcGIS 10.4 para la representación en los mapas respectivos.

### 3.6. PRESENTACION DE RESULTADOS SOBRE CARTOGRAFIA TEMATICA

Los resultados obtenidos fueron presentados en mapas temáticos, que se localizan en el interior del texto y en formato A3 se localizan (anexo4).

## **CAPITULO 4: RESULTADOS ALCANZADOS POR OBJETIVO.**

### **4.1. DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE DESLIZAMIENTO DEL SECTOR BRIONES DE LA PARROQUIA SAN PABLO**

El primer objetivo tiene como finalidad la descripción del proceso de Movimiento en masa en la zona de estudio, por lo cual se realizó una investigación en situ, que fue de vital importancia para determinar la problemática local, las investigaciones técnicas propuestas fueron acompañadas de un levantamiento Geológico-geomorfológico y topográfico misma que permitieron definir un modelo geológico e hidrogeológico del área de estudio, con la incorporación de herramientas informáticas SIG como es el ArcGIS 10.4. Teniendo en cuenta los valores de cálculos y el porcentaje de sus pesos asignados

Una vez calificados los diferentes factores que influyen en la estabilidad de una ladera, se procedió a realizar la sumatoria de todos los atributos relativos (pesos), a fin de estimar el grado de susceptibilidad de deslizamiento que pudiese adjudicársele a esta ladera

#### **4.1.1 Análisis de los factores condicionantes**

##### Factores Geológicos – Litológicos.

La evolución geológica del Ecuador se caracteriza por la interacción de las placas Nazca, Cocos, Sudamericana y Caribe, en un margen convergente. Tradicionalmente se ha dividido al territorio continental en tres zonas fisiográficas: Costa, Sierra y Oriente.

La Región de la Costa se halla dividida en tres cuencas sedimentarias independientes, (Imagen 25). Que se desarrollaron en el Cretácico con una evolución geológica similar, posiblemente luego de la colisión y/o rotación de un arco insular de islas contra el continente (Benitez, 1996)

- Cuenca de Progreso (Provincia del Guayas)
- Cuenca de Manabí / Daule (Provincia de Manabí)

- Cuenca de Esmeraldas-Borbón (Provincia de Esmeraldas)



Imagen 26. Cuencas sedimentarias de la costa ecuatoriana

Fuente: (Benitez S. , 1996)

La secuencia estratigráfica de la Cuenca de Manabí (Baldock, 1982), es la siguiente:

### **Formación Piñón-San Lorenzo**

La formación Piñón está formada por rocas volcánicas, como basaltos toleíticos de arco insular con metamorfismo de bajo grado. Sobre ésta se halla la Fm. San Lorenzo, constituida por andesitas basálticas porfiríticas, presenta pillow lavas, sedimentos intercalados o formando brechas con las lavas, se caracterizan por ser rocas frescas sin metamorfismo, (Benitez S. , 1996). Esta formación aflora en el cerro Montecristi, aledaño a la ciudad del mismo nombre y en el cerro de Hojas al oeste.

### **Formación Cayo**

Se halla expuesta en los Cerros Chongón Colonche y muy esporádicamente al norte hasta Jama, subyace el material que rellena las cuencas de Progreso y Manabí, descansando con aparente concordancia sobre la Fm. Piñón. Consiste en una gran secuencia de sedimentos marinos y volcanoclásticos, la parte superior tiene menor

aporte volcánico, en la que dominan argilitas pizarrosas silicificadas de color verdoso. Esta formación se observa en la parte superior del Cerro Montecristi, en un sitio prácticamente inaccesible, con cantos rodados en los coluviales del mismo, sobre la ciudad del mismo nombre.

### **Formación San Eduardo-Ostiones**

Las calizas San Eduardo descansan sobre la Fm. Cayo con poca evidencia de discordancia; en la cuenca de Manabí se conoce como Fm. Ostiones y en ocasiones sobreyace directamente a la Fm. Piñón. Comprende calizas clásticas compactas, turbidíticas, bien estratificadas con escasas lutitas calcáreas y cherts; estas facies pueden corresponder a un flysh calcáreo depositado en aguas profundas y posiblemente se derivó de arrecifes con aporte volcánico del Eoceno de la (Baldock, 1982)

### **Formación San Mateo-Punta Blanca**

La formación San Mateo sobreyace las Calizas San Eduardo en la parte sur de la cuenca Manabí (Portoviejo a Manta) y consiste en areniscas de grano fino a medio, sobre un conglomerado basal; vetillas de lignito aparecen en ciertos sectores de la secuencia que alcanza los 800 metros de espesor. La fauna presente sugiere un ambiente de depositación en aguas someras y ocasionalmente en aguas más profundas. En el sector norte de Jama, la Fm. Punta Blanca descansa al parecer concordantemente sobre calizas de la Fm. San Eduardo y consiste en arcillas interestratificadas con tobas y aglomerados, alcanzando un espesor de unos 1000 m. Esta formación aflora al nor-este del cerro Montecristi, en la llanura costera; posiblemente en un contacto fallado con la Fm. Piñón y Fm. Tablazo (Baldock, 1982)

### **Formación Tosagua**

La Formación Tosagua descansa discordantemente sobre la Fm. San Mateo y se halla dividida en tres miembros

- ✓ Miembro Zapotal (Oligoceno Superior-Mioceno Inferior): Está expuesta alrededor de las márgenes de la cuenca Progreso, el miembro Zapotal consiste en conglomerados basales, areniscas y lutitas, sobrepasando los 1000 metros de espesor.

- ✓ Miembro Dos Bocas (Mioceno Inferior-Medio): Este comprende la mayor parte de la Fm. Tosagua, sobreyace discordantemente a la Fm. San Mateo. El Miembro Dos Bocas consiste principalmente en lutitas color chocolate, localmente con otras litologías (limolitas, areniscas, bentonita) y alcanza una potencia hasta de 1000 metros en la cuenca de Manabí.
- ✓ Miembro Villingota (Mioceno Inferior-Medio): El miembro Villingota consiste en lutitas laminadas diatomáceas con color blanco, variando entre 250 m a 650 m de espesor, sobreyace transicionalmente a las lutitas chocolate del Miembro Dos Bocas; estas lutitas se encuentran normalmente fosfatadas, con restos de peces y plantas. En la cuenca de Manabí, estas lutitas típicas fueron previamente incluidas dentro de la secuencia Charapotó, un término usado para describir las lutitas Villingota y a algunos sectores de la Fm. Onzole (DGGM, 1991). Esta formación aflora en toda la zona, pero la localidad representativa es el Barrio Andrés de Vera (Loma Blanca) donde se han generado grandes deslizamientos y por lo tanto es una litología susceptible para la generación de movimientos de terrenos.

### **Grupo Daule**

Los sedimentos de este grupo están expuestos desde Pedro Carbo hasta el norte en el límite con Colombia (Mioceno Medio-Plioceno); incluye a las formaciones Angostura hacia la base (secuencia litoral con conglomerados y areniscas calcáreas), a la Fm. Onzole al medio (lodolitas con intercalaciones de areniscas) y a la Fm. Borbón al tope (areniscas calcáreas azul grisáceas sobre un conglomerado basal). No aflora en el área, pero posiblemente se halla bajo la Fm. Tablazo (Baldock, 1982)

### **Formación Canoa (Pleistoceno)**

Consiste en limos arenosos compactos de origen marino, descansando sobre la Fm. Punta Blanca y bajo la Fm. Tablazo; pueden corresponder a playas levantadas (Baldock, 1982)

### **Formación Tablazo**

Comprende una serie de terrazas marinas del Pleistoceno, de material arenáceo bioclástico, se halla bien desarrollada en la zona de Manta. En algunos casos se halla sobreyacida por sedimentos del Cuaternario reciente de tipo marino y/o continental (Baldock, 1982)

## **Sedimentos Cuaternarios**

Son los depósitos más recientes, afloran en toda el área de estudio en los cauces de los ríos y en el piedemonte de las colinas y montañas presentes, como en el sector de Los Florones. El contacto entre esta formación y la Fm. Villingota ha generado movimientos de terrenos y la formación de flujos de lodo como en el Barrio Cimarrón y en la Escalinata 8 de enero. Incluyen depósitos coluviales y aluviales producto de los procesos erosivos en la zona (Baldock, 1982)

### Geología local del sector Briones.

El asentamiento del sector Briones se encuentra sobre la formación Onzole y depósitos Coluviales, las características particulares de las rocas son: lutitas beige a blanquecinas fisibles y altamente fracturadas, que han desarrollado una cobertura de depósitos eluviales, lutitas calcáreas hacia el lado oriental de la ciudadela Briones

En el sector se ha evidenciado un alto grado de fracturamiento de la roca la cual ha permitido la infiltración directa de agua lluvia hacia el interior del macizo rocoso, dando lugar a la formación de patinas de óxidos de hierro y manganeso en las superficies de las discontinuidades (ver siguiente Fotografía). Afloramientos de lutitas pueden ser vistos de manera puntual en la parte alta de la Ciudadela Briones. (Imagen 26)

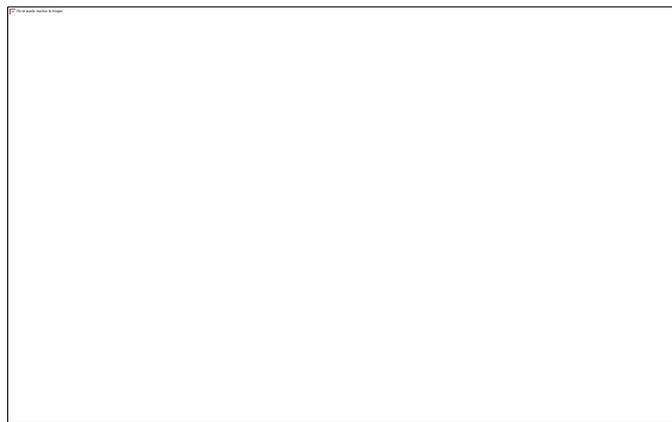


Imagen 27. Afloramiento de lutitas altamente fracturadas en el punto de coordenadas 561428 E - 9884417 N

Fuente: (GAD Municipal Portoviejo, 2017)

Hacia las zonas bajas de la colina presentan depósitos de pie de monte y coluviales producto de movimientos en masa presentado en el sector. Estos materiales, debido a

su origen, están constituidos por fragmentos de lutitas embebidos en una matriz arcillosa

De acuerdo con la comunicación verbal con algunos moradores del sector, varios drenajes naturales han sido rellenados para igualar el terreno; estos rellenos no se encuentran representados en el plano geológico.

Los depósitos de coluvial pueden alcanzar los 15m de espesor y están conformados por arcillas que engloban fragmentos de Lutita. Este depósito es el resultado del traslado por medio de flujos y deslizamientos que afectan los eluviales y el basamento sedimentario, como se observa en el mapa geológico, (Mapa 6). El depósito domina la zona baja de la Ciudadela Briones

Dentro de los factores condicionantes para la evaluación, se ponderó la litología, con los valores más desfavorables para los materiales sueltos como son el material de flujos de lodo, coluvial y lutitas meteorizadas que forman suelos residuales. Materiales que presentan malas características geotécnicas y son susceptibles a erosión y deslizamiento. Las zonas del color beige en el mapa geológico, representa depósito aluvial con acumulación de material meteorizado, han experimentado un ligero desplazamiento, el espesor de estos depósitos es de menos 5m. La representación de la franja naranja corresponde a depósitos coluviales con presencia de material removido con afloramientos de arcillas y gravas de lutitas estos materiales tienen un espesor superior a los 15m.

Tabla 9. Factores geológicos- litológico

FACTORES GEOLOGICOS-LITOLOGICO					
Factores	Tipo de material	Categoría	peso	Calificación	Observaciones
Geológico litológico	Formación Borbón	Areniscas de grano medio a grueso en bancos compactos con fósiles.	1	3	Muy meteorizada multiplicar por 4. Algo meteorizada multiplicar por 3. Poco meteorizada multiplicar por 2.
		Areniscas color pardo amarillento con intercalaciones arenosas.			
	Formación Onzole	Arenisca limosa color amarillento con presencia de fósiles.	2	5	
		Arenisca arcillosa amarillenta poco compacta, de grano fino a medio.			
	Depósitos coluvio aluviale	Cantos subredondeados y gravas en matriz limo arenosa	2	5	
		Arenas de grano fino a grueso y limos con intercalaciones de gravas.			
Depósitos aluviales	Arcillas, arenas y gravas subredondeadas.	2	2		

## Mapa 6. Geología del sector Briones



Fuente: Fuente: (GAD Municipal Portoviejo, 2017)

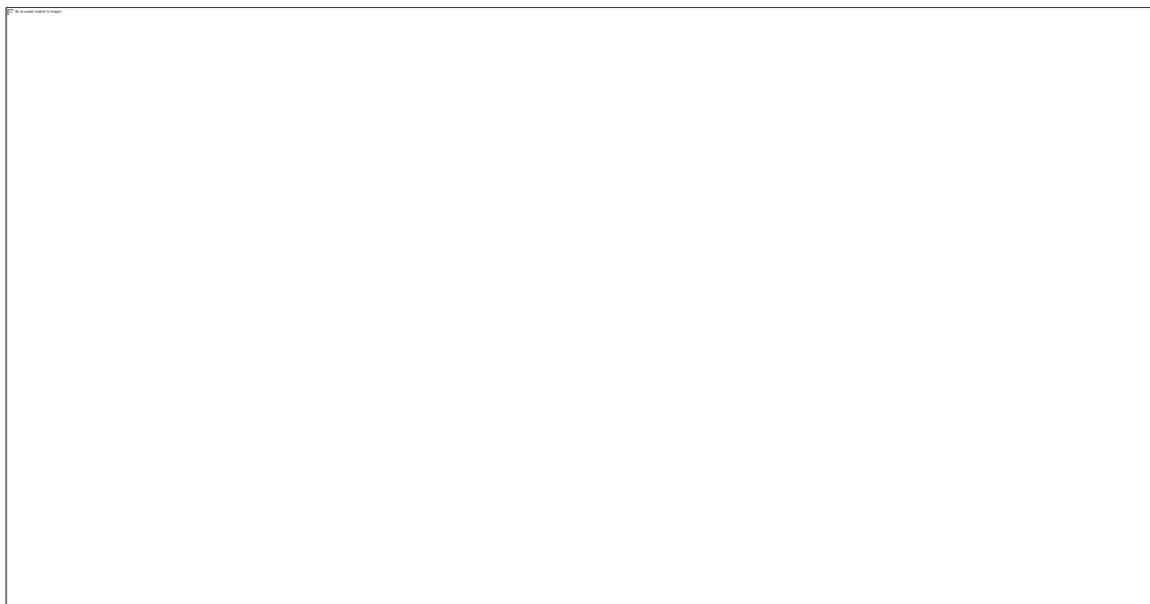
Para sustentar lo expuesto anteriormente se describen las diferentes estratificaciones predominantes del sector Briones, con la información levantada por parte de la consultora (Subsuelo Servicios, 2017) quienes realizaron 5 perforaciones mecanizadas en el suelo, (Tabla 9), (Mapa 7). Determinando que en esta área de estudio predomina una secuencia de lutitas beige a blanquecinas fisibles y altamente fracturadas, que han desarrollado una cobertura de depósitos eluviales, clasificadas de la siguiente manera.

Tabla 9.Perforaciones para ensayos de estratificaciones de suelo

Perforación	Coordenadas UTM	Profundidad (m)	Observaciones
PB 1	561328; 9884230	12,5	Agua con artesianismo a los 7m
PB 2	561371; 9884275;	22	NF a los 6.30m, coluvial hasta 8m. Suelo residual hasta los 13m.
PB 3	561418; 9884344	25	No se llegó a NF, a los 16m lutita fracturada y descompuesta, 3m de coluvial y hasta 9m lutita meteorizada
PB 4	561460; 9884409	30	No se detectó NF, a los 4m termina el eluvial, luego lutita in situ, ya no se detecta nivel débil
PB 5	561409; 9884538	20	No se detectó NF, relleno hasta 1,5m y eluvial hasta los 4,5m

Fuente: (Subsuelo Servicios, 2017)

Mapa 7.Geo localización de puntos de control en la zona de intervención



Fuente: (GAD Municipal Portoviejo, 2017)  
 Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

### Factores topográficos e históricos.

Para la elaboración de mapas de susceptibilidad de movimiento de masa es de vital importancia incorporar al análisis un mapa de pendiente adicionalmente a los mapas Geológicos y usos de suelo, el objetivo es generar una planta topográfica de la zona de estudio, pudiendo delimitar las áreas de pendientes de los diferentes sectores

Para establecer la zona de pendiente en el área de estudio del sector Briones se lo realizó mediante cálculos de porcentaje de inclinación del terreno referente a la información correspondiente (SIGTIERRAS, 2016) y (Subsuelo Servicios, 2017)

Para la topografía local se utilizaron toma de fotografías aéreas, elaboración de ortofotos y los respectivos modelos digitales de elevaciones (MDE), que permitieron obtener las curvas de nivel.

Para la elaboración del mapa de pendiente se estableció 4 parámetros de análisis con la información obtenida del proyecto (Subsuelo Servicios, 2017).

- 1) Una vez recopilada la información necesaria se procedió a elaborar un mosaico ráster de forma general con 10 fotografías que fueron levantadas por la compañía (Subsuelo Servicios, 2017)
- 2) Una vez generado el mosaico ráster, se procedió al procesamiento de un Slope, con la herramienta arctoolbox- análisis espacial, para la primera categorización de las pendientes.
- 3) Una vez obtenido el Ráster de Slope se procedió a la categorización de la información con cinco rangos respectivamente,
- 4) Ya obtenido la clasificación con los rangos y valores de cálculos considerados se transformó el resultado del proceso de reclasificación de Ráster a tipo vectorial para su posterior representación dentro de un mapa.

Los cinco niveles de clasificación fueron aplicados acorde a la realidad del área de estudio, estos valores fueron tomados como referencias de la tabla de Suarez (2008), (Tabla 10).

Tabla 10. Rangos, niveles y valor de cálculo considerados para pendientes

Rango Establecido	Clasificación	Pendiente (Angulo de inclinación)
0-3	Muy Baja	0 a 3 % (0 a 8.5 grados)
3-12	Baja	3 a 12 % (8.5 a 16.7 grados)
12-30	Madia	12 a 30 % (16.7 a 26.6 grados)
30-45	Alta	30 a 45% (26,6 a 45 grados)
>45	Muy Alta	> 45 (Mas de 45 Grados)

**Fuente:** Jaime Suarez 1998.

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

Áreas que corresponden de 0 a 3% de inclinación, son relativamente planas a muy suave, abarca una superficie de 2.5 ha, el rango establecido es de 0-3 (Muy baja), (Tabla 11)

Tabla 11. Pendiente-Muy bajo

Rango Establecido	Clasificación	Pendiente (Angulo de inclinación)
0-3	Muy Baja	0 a 3 % (0 a 8.5 grados)
Plana a muy suave, comprende pendientes inadvertidas.		

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

Áreas que corresponden de 3 a 12% de inclinación, como superficies casi planas (Baja), comprende pendientes con inclinación poco pronunciadas con una extensión de 3 ha, el rango establecido es de 3-12 (Baja), (Tabla 12).

Tabla 12. Pendiente-Bajo

Rango Establecido	Clasificación	Pendiente (Angulo de inclinación)
3-12	Baja	3 a 12 % (0 a 8.5 grados)
Muy suave a suave, comprende pendientes con inclinación poco pronunciadas		

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

Áreas que corresponden de 12 a 30% de inclinación, como superficies medianamente planas a onduladas con una extensión de 6 ha. el rango establecido es de 12-30 (Media), (Tabla 13).

Tabla 13.Pendiente-Media

Rango Establecido	Clasificación	Pendiente (Angulo de inclinación)
12-30	Media	12 a 30 % (8.5 a 16.7 grados)
Suave a media, comprende pendientes pronunciadas.		

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

Áreas que corresponden de 30 a 45% de inclinación, como superficies pronunciadas medias a fuertes con una extensión de 5.6 ha, el rango establecido es de 30-45 (Alto), (Tabla 14).

Tabla 14.Pendiente-Alta

Rango Establecido	Clasificación	Pendiente (Angulo de inclinación)
30-45	Alta	30 a 45% (26,6 a 45 grados)
Media a fuerte, comprende pendientes muy pronunciadas.		

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

Áreas con inclinaciones superiores a 45%, en rangos de fuerte a muy fuertes (escarpes), con una extensión de 0.7 ha, el rango establecido mayor a 45 (Muy alto), (Tabla 15).

Tabla 15.Pendiente-Muy alta.

Rango Establecido	Clasificación	Pendiente (Angulo de inclinación)
>45	Muy Alta	> 45 (Mas de 45 Grados)
Fuerte a muy fuerte, comprende pendientes escarpadas.		

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

Una vez analizados todos los parámetros establecidos, se procedió a elaborar el mapa de pendiente con sus respectivos rangos y calificación, (Mapa 8).

Mapa 8. representación de pendiente del sector Briones



Fuente: GADM del Cantón Portoviejo, 2018  
Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

Cuanto mayor es la inclinación de los taludes, más influye en la determinación de la susceptibilidad a deslizamientos; la mayoría de la zona de estudio tiene valores de pendiente que van desde los 30°-40° de inclinación.

Observando el desnivel de las laderas existe una gran diferencia de altura entre cota mínima y la cota máxima en este sector.

En base a las características topográficas del terreno de este sector, se procedió a dar una calificación representada en la siguiente, (Tabla 16).

Tabla 16. Tabla modificada para la estimación de la susceptibilidad de deslizamientos de laderas considerando los factores topográficos e históricos.

factor	Intervalo o categoría	Atributo/ relativo	Calificación	Calificación
inclinación de los taludes	Más de 45°	2.0	Estimar el valor medio. Úsese clinómetro.	20
	35° a 45°	1.8		18
	25° a 35°	1.4		14
	15° a 25°	1.0		10
	Menos de 15°	0.5		5
altura	Menos de 50m	0.6	Desnivel entre la corona y el valle o fondo de la cañada	6
	50 a 100m	1.0		12
	100 a 200 m	1.6		16
	Más de 200 m	2.0		20
Antecedentes de deslizamientos en el sitio, área.	No se sabe. Deslizamiento con movimiento < 2cm. Relicto	1	Reseñas verosímiles de lugareños	1
	Morfología reciente. Deslizamientos latentes con movimiento 2-10 cm/año.	1.5		1.5
	Se conoce fechas. Deslizamientos activos con movimiento > 10 cm/año	3.0		30

Fuente: (Suarez J. , 2008)

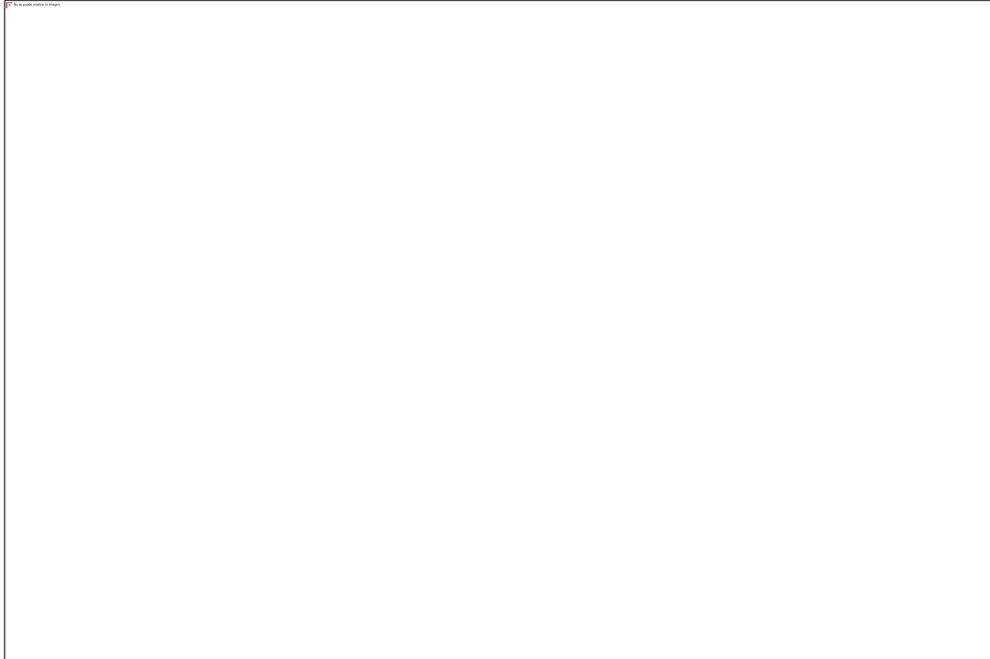
Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

### Factores geomorfológicos y ambientales.

Dentro de la información de campo se pudo realizar un reconocimiento de rasgos geomorfológicos con un modelo digital de terreno (MDT, 2010), el mismo que se obtuvo del proyecto SIGTIERRAS, con un tamaño de píxel de 3 metros en el software ArcGIS, unidades macro, zonas de relleno y cortes.

La zona que abarca la Hoja de Portoviejo del Mapa Geológico del Ecuador a Escala 1:100.000, no ha sufrido mayor influencia tectónica durante el terciario, pues los estratos sedimentarios presentan una disposición igual al de su deposición. En la parte Norte de la Hoja donde afloran estratos de los miembros Dos Bocas y Villingota se nota una ligera influencia del anticlinal de Tosagua del cual estos estratos forman el flanco occidental. La base de la Borbón en el sur del mapa declina débilmente desde los 400m de altura en el Oeste, hasta 150m en el Este. (INIGEMM, 2012), (Mapa 9).

Mapa 9. Unidades morfológicas, del Cantón Portoviejo



Fuente: Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico (INIGEMM, 2012)  
Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

### **Valle del Río Portoviejo**

Planicie localizada entre los 37 – 60 msnm. formada por depósitos aluviales del Río Portoviejo (grava, arena fina, limos y arcillas). En este valle se pueden diferenciar tres niveles de terrazas: Terraza baja y cauce actual, terraza intermedia y terraza alta.

El primer nivel corresponde a la parte más baja del valle por donde el cauce del río, se pueden diferenciar fácilmente meandros, cauces abandonados y sectores de depositación; esta área es fácilmente inundable en inviernos con precipitaciones intensas y frecuentes. El nivel intermedio se relaciona con un nivel de terraza ligeramente más alto que el anterior (entre 0,50 m a 1,5 m de desnivel); que se inunda únicamente en los inviernos con lluvias excepcionales, (p.e. Fenómeno de El Niño). El nivel de terraza alta se localiza entre 1.0 m y 2,0 m. de desnivel, corresponde a la llanura de depositación aluvial, hacia la parte central tiene un relieve plano y uniforme, pero hacia los extremos los depósitos aluviales recientes han cambiado su morfología de plano a ligeramente ondulado, hasta inclinado; esta terraza no es inundable.

### **Depósitos de ladera o piedemonte**

Conformados por el material arrastrado por los fenómenos de remoción en masa (deslizamientos), este material se acumula en la base de las laderas formando pendientes suaves.

### **Conos de deyección y flujos de lodo**

Corresponden a zonas de pendiente plana, donde se ha depositado el material arrastrado proveniente de los flujos de lodo y escombros que se generan en las cuencas, el arrastre del material se presenta en época de fuertes lluvias, como el caso del Fenómeno de El Niño.

### **Laderas y/o vertientes denudacionales**

Corresponden a aquellas zonas de pendiente moderada a fuerte, que están siendo afectadas por procesos erosivos, generados por agentes externos como el viento, el agua y la acción antrópica. Estas unidades están conformadas por colinas alargadas, disectadas (cortadas) por drenajes intermitentes (sólo presentan flujo de agua durante las épocas de lluvia), el avance de la erosión ha modificado el terreno paulatinamente. No existen mayores diferencias entre los relieves de las colinas, pero los cambios que se observan se encuentran relacionados directamente con la litología.

### **Superficie Disectada de Mesa**

Todas estas geoformas se ubican en el extremo oriental del cantón; litológicamente asociadas a la formación Borbón, que está claramente diferenciado en este cantón por su variada litología, así por ejemplo, en el sector de la Victoria Adentro y la Victoria Afuera, encontramos una arenisca limosa color amarillento con presencia de fósiles; en los sectores de La Tablada de Chirimoya, Los Ranchos, Punta de Piedra, Las Lozas, La Tranquila, San Miguel, Los Colorados, Palma Junta, La Cucaracha, El Cruce, El Guarumo de Arriba, La Delicia, Chone y Las Cruces se evidenciaron areniscas color pardo amarillento con intercalaciones arenosas y que corresponde a la gran parte de estas geoformas a lo largo de todo el cantón. Cabe recalcar que, en el sector más oriental, en los sectores de Estero Las Pulgas, Caña Brava, La Palmira, El Progreso, Lisandro, Palma Sola y Noventa y dos encontramos una arenisca de grano

fino a medio con recubrimiento de ceniza volcánica, ya que en la parte superficial encontramos suelos rojizos (lateríticos).

#### **Vertiente de Mesa (S4)**

Constituyen las geoformas más representativas en el extremo oriental del cantón, principalmente se presentan en los sectores de Maconta Arriba, Los Cañales, San Vicente, El Paraíso, Los Garcías, Mocochoal, El Sajón, Los Laureles, La Paja, El Tigre, Roncón, La Laguna, El Cruce, y La Delicia; Litológicamente está asociado a la formación Borbón y a la Formación Onzole, en el primer caso con pendientes que oscilan de 12 hasta el 100% y a desniveles de 25 hasta 200m y que se presentan a continuación de las cornisas de mesa o de los testigos de cornisa de mesa, constituidos principalmente por areniscas de grano fino a medio recubiertos con ceniza volcánica en los sectores antes descritos en las superficies disectadas de mesa y para las vertientes de mesa de la formación Onzole, con pendientes que oscilan del 12 al 70 % y con desniveles relativos de 25 hasta 200 m, compuestos por una arenisca limosa, es decir material más fino a las anteriores.

#### **Testigo de Cornisa de Mesa (S5)**

Ubicados en una pequeña franja al centro oriente del cantón; específicamente en los sectores de Mata de Cade, El Congo, San Vicente, La Madera Adentro y Los Pocitos; estas geoformas son producto de la erosión de mesas antiguas depositadas de origen marino. Litológicamente están asociadas a la formación Borbón. Es decir, con areniscas color amarillento de grano medio a grueso compactas, con presencia de fósiles.

Morfológicamente tienen cimas agudas y vertientes rectilíneas; a 100m con pendientes que oscilan de 40 a 100% y cuya longitud de vertiente está en el rango de 50 a 250m.

La cobertura vegetal en esta zona generalmente es arbórea y arbustiva esta unidad geomorfológica cubre 1446,46 ha, lo que representa el 1,5% de la superficie del cantón.

### **Terraza Media (Tm)**

Cubren gran parte del cantón, sobre todo en los principales drenajes como es el caso del Río Portoviejo, que cruza SSE – NNW, hasta desembocar en el Océano; también los principales drenajes de los Ríos: Portoviejo, todos estos con dirección ESE – WNW.

En cuanto a sus parámetros morfométricos, la pendiente es plana a muy suave 0 al 5 % y un desnivel relativo de 0 a 5 m. Comprende depósitos aluviales compuestos de arcillas, arenas, gravas, subred ondeadas principalmente.

La presencia de cultivos semipermanentes, anuales, cobertura vegetal arbustiva y arbórea aparecen en estas zonas, cubren un área de 11694,26 ha lo que representa el 12,14% de la superficie total del cantón.

### Contexto geomorfológico local

En general podemos decir que el cantón Portoviejo presenta un relieve bastante irregular y que sus montañas están cubiertas en buena parte por ceibos y bosques secos. La cabecera cantonal de Portoviejo se encuentra a 37 metros sobre el nivel del mar. Portoviejo cuenta dentro de su sistema orográfico con elevaciones que van desde 250 hasta 600 m. sobre el nivel del mar, y los más importantes son los cerros de Bálsamo que separan las cuencas hidrográficas de Portoviejo y Chone -el cerro de Mancha Grande en San Plácido- y el Cerro de Hojas que divide a Portoviejo de Montecristi.

Complementando las características topográficas estas comprenden valles y colinas, planicies y terrazas aluviales. La topografía de las colinas medias y altas es montañosa. Las colinas medias y bajas tienen una topografía colinada, en los valles aluviales es plana y ondulada. La topografía de las colinas altas, medias y bajas permiten un drenaje bueno, en el valle el drenaje es moderado (Ulloa & Narvaez, 1998)

Los factores más importantes en la "construcción" de un paisaje son: el clima, la geología y el desgaste estructural. En este sentido, la geología y el clima han sido los factores que han determinado la geomorfología que predomina en la zona de Portoviejo. Por ejemplo, la escasez de lluvias en buena parte de las cuencas ha

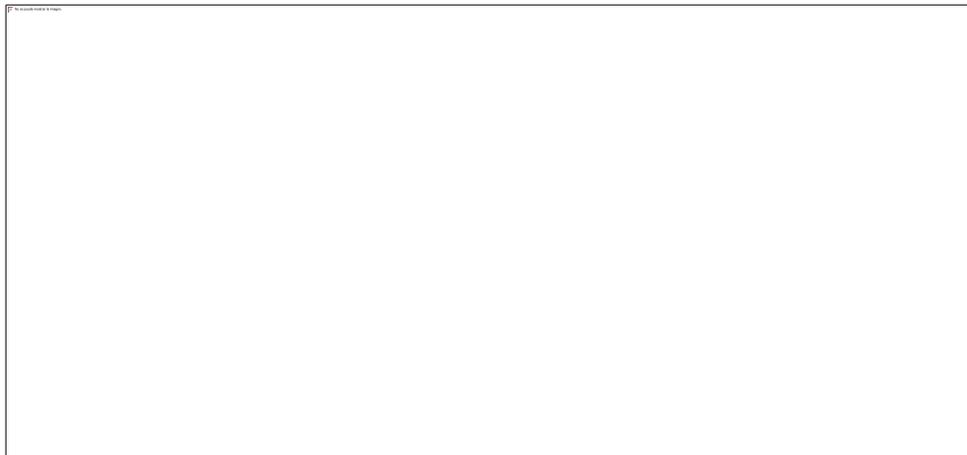
definido cauces de muy baja capacidad de drenaje, muy vulnerables frente a eventos extremos, ya que debido a su dimensión tienden inmediatamente a desbordarse, especialmente cuando se producen crecidas instantáneas de gran magnitud.

En base al resultado de la geología y geomorfología realizada en la zona de la Ciudadela Briones, se establece que el material eluvial presente en las partes altas es muy susceptible a movimientos en masa como: deslizamientos planares, rotacionales y fenómenos de erosión que pueden disparar abanicos aluviales. Por esta razón toda la zona que se encuentra en el área donde en el mapa geológico se han mapeado los límites de un deslizamiento mayor, posee un alto riesgo de ser afectado por uno o varios de los fenómenos mencionados.

Cabe mencionar que también la regresión por erosión es intensa por lo que las zonas altas donde en el mapa geológico se han mapeado los eluviones y, los escasos afloramientos de lutitas fracturadas pueden ser afectadas a mediano plazo.

El sector Briones se encuentra asentada en una formación geomorfológica irregular la está representada por colinas altas hacia la parte Nor oeste de la parroquia San Pablo y hacia la parte sur oeste se encuentra sobre terraza alta, (Mapa 10).

Mapa 10. Geomorfología local de Briones.



Fuente: (GAD Municipal Portoviejo, 2017)  
Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

Para el cumplimiento de los análisis se establecieron los parámetros ponderados, (Tabla 17).

Tabla 17. Modificada del método para la estimación de la susceptibilidad de deslizamientos de laderas considerando los factores geomorfológicos y ambientales.

Factor	Intervalo o categoría	Atributo/ relativo	Observaciones
Evidencias geomorfológicas de hueco en laderas contigua	Inexistentes	0	Formas de conchas o de embudo (flujos)
	Volúmenes moderados	5	
	Volúmenes faltantes	10	
Vegetación y uso de la tierra	Zona urbana	20	Considérense no sólo la ladera, sino también la plataforma en la cima
	Cultivos anuales	15	
	Vegetación intensa	0	
	Vegetación moderada	8	
	Área deforestada	20	
Régimen del agua en la ladera	Nivel freático superficial	10	Detectar posibles emanaciones de agua en el talud.
	Nivel freático inexistente	0	
	Zanjas o depresiones donde se acumule agua	10	

Fuente: (Suarez J. , 2008)

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

### Factor Uso de suelo y Cobertura Vegetal

Este componente se encuentra relacionado a las actividades que realiza el hombre, quien transforma el relieve y cambia en ciertas zonas el uso del suelo, estas modificaciones alteran las características propias o naturales del terreno, la interrupción natural de estas condiciones de vegetación aumenta la inestabilidad en laderas y taludes con acciones como deforestación, remoción de tierra, perforaciones, rellenos, entre otros.

En bases a imágenes aéreas del año 1961 se puede observar que el sector Briones comienza los primeros indicios de deforestación para el aprovechamiento de sembríos de cultivos de ciclo corto (maíz, maní) provocando la degradación y erosión del suelo desde la parte alta de la colina, en años posteriores desde 1977 hasta la actualidad, ha existido un incremento significativo de la población, por lo que la cobertura vegetal nativa desapareció por completo, los lotes de terrenos fueron aprovechados para la construcción de viviendas generando condiciones de inseguridad debido a las inadecuadas prácticas de ocupación de suelo y construcción, (Imagen 26).

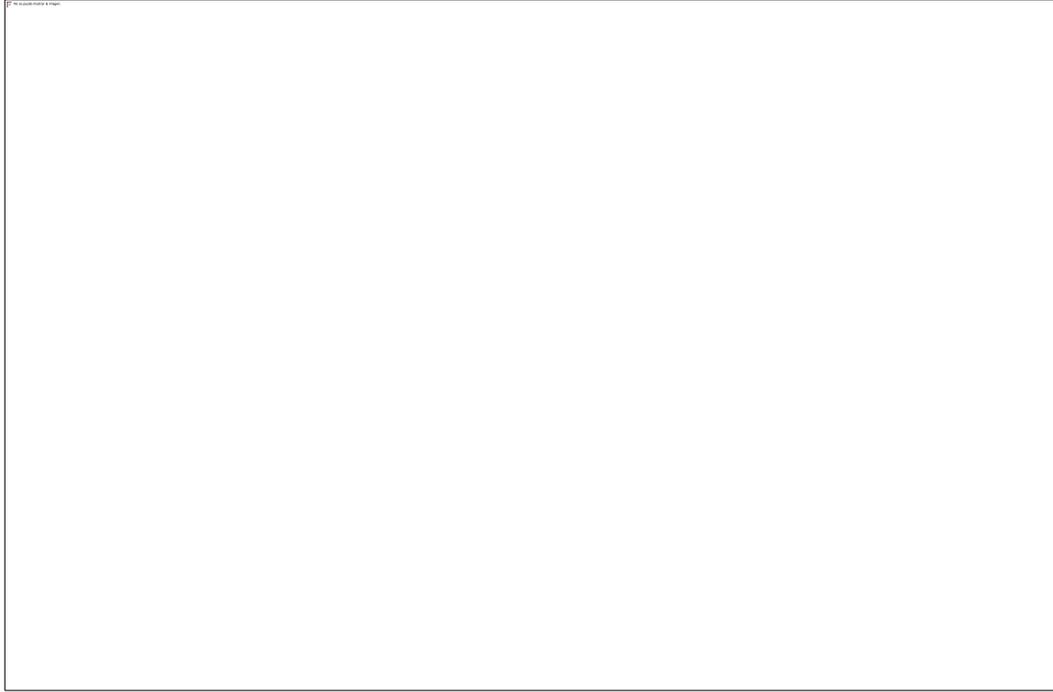
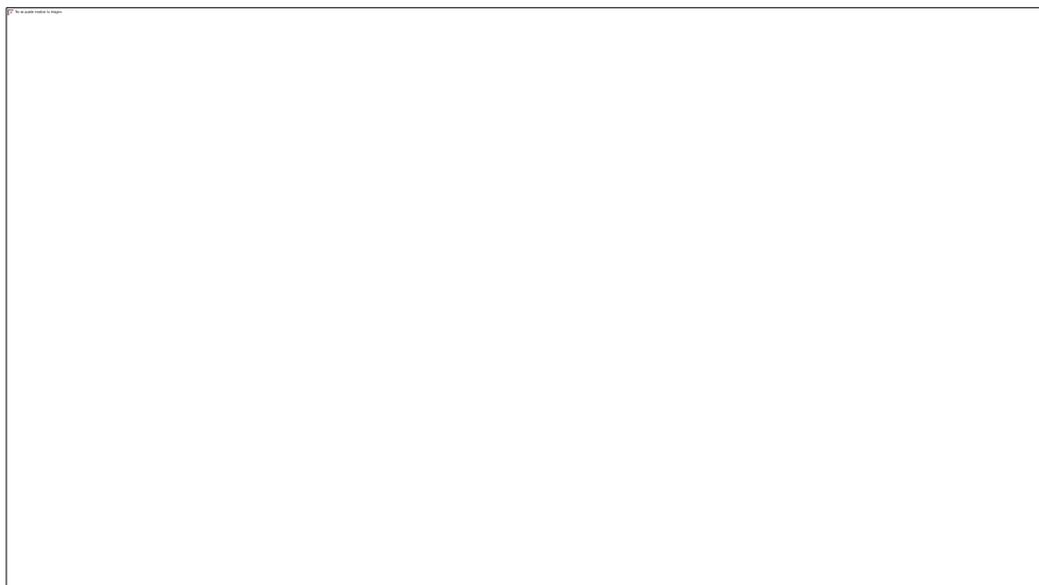


Imagen 28. Recopilación de Imagen 1961

Fuentes (IGM, 1961)

Debido a estas intervenciones continuas en el sector actualmente está considerado como zona peri-urbana, en el rango de calificación de cobertura y uso de suelo está considerado como áreas pobladas, (Mapa 11).

Mapa 11. Uso de suelo y Cobertura Vegetal.



Fuente: (GAD Municipal Portoviejo, 2017)  
Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

Descripción de amenaza de susceptibilidad de deslizamiento por los factores condicionantes.

Una vez obtenidos todos los datos propuestos para el estudio de caso esta información fue debidamente procesada en Ráster dándole rangos de valores para posteriormente ser analizadas a través de un álgebra de mapa en el sistema de información Geográfica ArcGIS 10.4, cada Ráster fue trabajado con las coordenadas WGS84 ZONA 17 SUR, asignándoles valores de cálculo a las celdas de las imágenes según su nivel de importancia, (Tabla 18). Se realizó la suma de ambos factores para posteriormente multiplicarlos con el resultado de susceptibilidad mediante álgebra de mapas, lo cual permitió establecer los rangos de amenaza en base a los índices. Este procesamiento de datos fue de vital importancia para obtener como producto final el mapa de deslizamiento del sector Briones

Tabla 18. Factores condicionantes y desencadenantes con indicadores cualitativos y cuantitativos, mismos que se les genera un valor de indicador.

Tema	Capa de Datos	Peso de Ponderación	Valor Máximo
Geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Unidades de terreno para el mapeo</li> <li>✓ Unidades de terreno para el mapeo</li> <li>✓ Deslizamientos recientes</li> <li>✓ Deslizamientos antiguos</li> </ul>	<b>2</b>	<b>20</b>
Topografía	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Modelo digital del terreno</li> <li>✓ Mapa de pendiente</li> <li>✓ Mapa de dirección de pendientes</li> <li>✓ Longitud de las pendientes</li> <li>✓ Concavidades y convexidades</li> </ul>	<b>2.5</b>	<b>25</b>
Geología y Geotecnia	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Litología</li> <li>✓ Secuencias de materiales</li> <li>✓ Mapa de geología estructural</li> <li>✓ Aceleraciones sísmicas</li> </ul>	<b>2</b>	<b>20</b>
Uso de la tierra	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Infraestructura reciente</li> <li>✓ Infraestructura antigua</li> <li>✓ Mapa de uso actual de la tierra</li> <li>✓ Uso antiguo de la tierra</li> </ul>	<b>2.5</b>	<b>25</b>
Hidrología	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Drenaje</li> <li>✓ Áreas, diferencia de escorrentía</li> <li>✓ Lluvias</li> <li>✓ Temperatura</li> <li>✓ Evapotranspiración</li> <li>✓ Mapas de niveles freáticos</li> </ul>	<b>1</b>	<b>10</b>

Fuente: (Suarez J. , 2008)

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

la Clasificación y descripción de los niveles de amenaza fueron orientada con la metodología propuesta para obtener resultados esperados en el área de estudio, la descripción que refleja en, (Tabla 19). nos da cada uno de los parámetros escogidos para el análisis de susceptibilidad a deslizamiento.

Tabla 19. Clasificación y descripción de los niveles de amenaza

GRADO	DESCRIPCIÓN	SUMA DE LAS CLASIFICACIONES	CRITERIO DE LA SUSCEPTIBILIDAD
5	Susceptibilidad muy alta	Más de 100	Laderas con zonas de falla, masas de suelo altamente meteorizadas y saturadas, y discontinuidades desfavorables donde han ocurrido deslizamientos o existe alta posibilidad de que ocurran
4	Susceptibilidad alta	85 a 100	Laderas que tienen zonas de falla, meteorización alta a moderada y discontinuidades desfavorables donde han ocurrido deslizamientos o existe la posibilidad de que ocurran.
3	Susceptibilidad moderada	70 a 85	Laderas con algunas zonas de falla, erosión intensa o materiales parcialmente saturados donde no han ocurrido deslizamientos, pero no existe completa seguridad de que no ocurran.
2	Susceptibilidad baja	50 a 70	Laderas que tienen algunas fisuras, materiales parcialmente erosionados no saturados con discontinuidades favorables, donde no existen indicios que permitan predecir deslizamientos.
1	Susceptibilidad muy baja	Menos de 50	Laderas no meteorizadas con discontinuidades favorables que no presentan ningún síntoma de que puedan ocurrir deslizamientos.

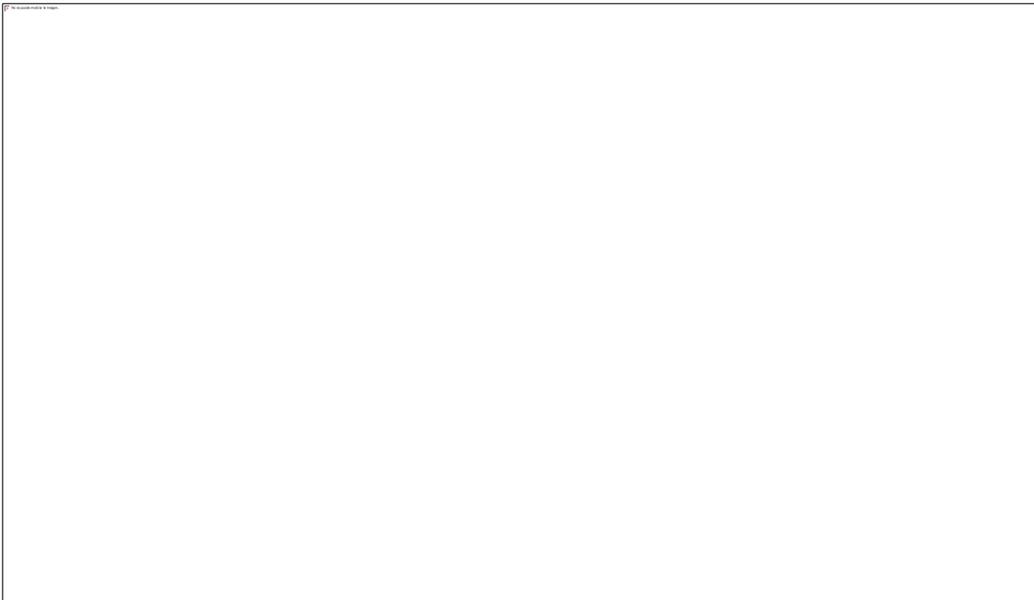
Fuente: (Suarez J. , 2008)

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

Los datos establecidos fueron representados en un mapa, (Mapa 12). que nos permite visualizar las condiciones de peligro frente a deslizamiento considerado como un evento socio natural que al momento de la desmaterialización de los componentes analizados y el cruce de vulnerabilidad generan grandes pérdidas de vidas humanas y materiales, y el proceso de recuperación de esta puede ser de periodo prolongado e incluso pueden quedar zonas inhabilitadas la cual ponemos con ejemplo el sector Briones.

En la representación del mapa de amenaza de susceptibilidad podemos observar que se han establecido 4 categorías de calificación desde baja a muy alta, cabe indicar que en la propuesta se habla de 5 categorías de calificación, pero debido a las condiciones del terreno la categoría de muy baja se descarta al momento del procesamiento de los datos.

Mapa 12.Susceptibilidad de deslizamiento factor condicionante.



Fuente: (GAD Municipal Portoviejo, 2017).

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

Luego de tener el mapa de amenaza por deslizamiento se estableció otro mapa donde se delimita el deslizamiento activa y latente actual, (Mapa 13). Es importante establecer esta área de peligro ya que es donde se han concentrado la mayor afectación a la población, dejando como resultado pérdidas materiales (destrucción de viviendas y colapso de servicio básico)

#### Análisis de los Factores Desencadenante

Analizados los factores condicionantes es de vital importancia observar los siguientes factores de disparo, que presentan mayor influencia dentro de la zona, representando un grado de amenaza importante como son: las precipitaciones y la sismicidad, tomando en consideración las últimas manifestaciones sísmicas y precipitaciones en la zona, (GAD Municipal Portoviejo, 2017) la cual ha provocado deslizamiento importante en sector Briones, para este caso en particular se estableció un modelamiento (Ver mapa 13), donde se puede identificar claramente dos tipos de deslizamiento dentro de la misma zona de estudio, estableció deslizamiento activo y latente, en la delimitación de esta área de interés se pudo observar que gran parte de la viviendas colapsadas son pertenecientes a esta zona.

Mapa 13. susceptibilidad de deslizamiento activo y latente con Factor desencadenante



Fuente: (GAD Municipal Portoviejo, 2017).  
Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

#### 4.2 CONDICIONES DE VULNERABILIDAD DE LA POBLACIÓN EXISTENTE EN EL SECTOR BRIONES FRENTE AL PROCESO DE DESLIZAMIENTO Y AL REASENTAMIENTO EN LUGARES SEGUROS

Se detalla los resultados obtenidos de la evaluación física estructural de las edificaciones, en las cuales habitan la población del área de estudio. En particular se consideró esta vulnerabilidad, por las recurrentes afectaciones que se han presentado por el proceso de deslizamiento.

Para el efecto, se aplicaron las matrices de la metodología planteada por el programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y la Secretaria de Gestión de Riesgos (SGR) del año 2012 como: “Propuesta Metodológica de análisis de vulnerabilidades a nivel Municipal”, para tener conocimientos del sistema constructivo en general y de su comportamiento ante la ocurrencia de nuevos deslizamientos.

Además, se realizó una encuesta de percepción del riesgo ante deslizamientos a los habitantes de este asentamiento, para conocer la predisposición a ser reubicados.

La matriz de vulnerabilidad física ante deslizamientos comprende las siguientes variables: sistema estructural, material de las paredes, número de pisos, año de construcción, estado de conservación, características del suelo sobre el cual esta edificado, y topografía del sitio. Para calificar esta matriz fueron georreferenciadas y calificadas 138 viviendas, (Mapa14, Anexo 3).

Mapa 14. Georreferenciación de viviendas



Fuente: (GAD Municipal Portoviejo, 2017).  
Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

La mayor parte de viviendas en el sector la Briones es de tipología de hormigón armado (39%), mientras el 39% son de estructuras mixtas, este resultado corresponde a la sumatoria de hormigón-madera-caña, las mismas que son más susceptibles a debilitarse o colapsar

El 22% son de infraestructura de madera, la facilidad de obtener este material es por el bajo costo que tiene, por lo que optan de este material para construir sus viviendas, (Tabla 20, Grafico 2).

Tabla 20. Sistema estructural

SISTEMA ESTRUCTURAL (1)	FRECUENCIA	PORCENTAJE
HORMIGON ARMADO	54	39%
ESTRUCTURA METALICA	0	0%
ESTRUCTURA DE MADERA	31	22%
ESTRUCUTURA DE CAÑA	15	11%
ESTRUCTURA DE PARED PORTANTE	0	0%
MIXTA (MADERA/HORMIGON)	27	20%
MIXTA (MADERA Y CAÑA)	4	3%
MIXTA	7	5%
TOTAL	138	100%

Fuente: investigación directa 2018  
 Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

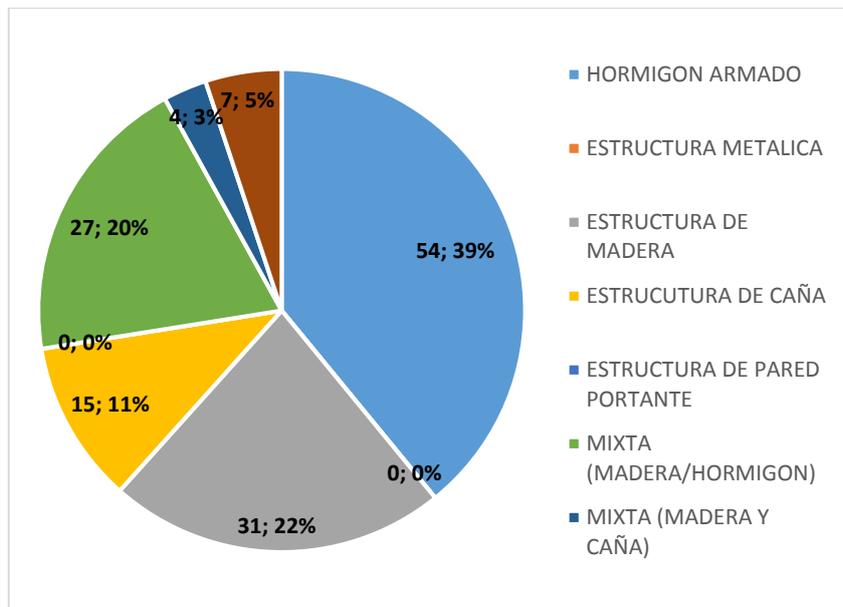


Gráfico 2. Tipología de viviendas predominantes en el sector.

Fuente: investigación de campo 2018.  
 Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

El material predominante en las paredes corresponde a mampostería de ladrillos (64 %) seguido de paredes construidas con materiales mixtos (29%). El 7% restante es de bloque. Debido a la humedad se observa formación de hongos en las construidas con materiales mixtos, (Tabla 21, Grafico 3).

Tabla 21. Estado de las paredes.

TIPO DE MATERIAL EN PAREDES (2)	FRECUENCIA	PORCENTAJE
PARED DE LADRILLO	89	64%
PARED DE BLOQUE	9	7%
PARED DE PIEDRA	0	0%
PARED DE ADOBE	0	0%
TAPIAL/BAHAREQUE/MADERA	5	4%
PARED DE CAÑA	19	14%
LADRILLO Y MADERA	1	1%
MIXTA	12	9%
MIXTA (CAÑA Y MADERA)	3	1%
TOTAL	138	100%

Fuente: investigación directa 2018

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

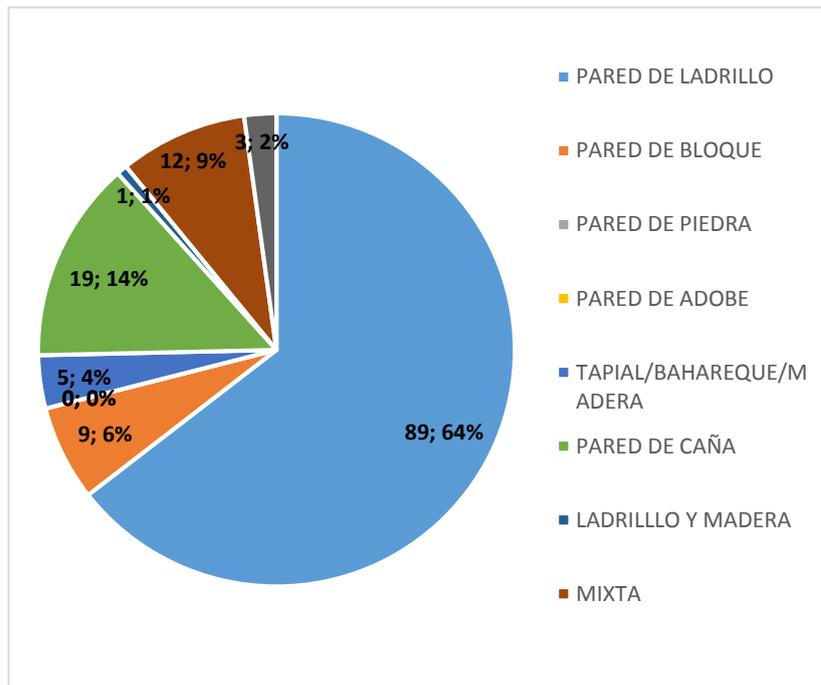


Gráfico 3. Estado relativo de las paredes de la vivienda.

Fuente: investigación de campo 2018.

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

EL 73%, de las viviendas es de un piso, el 27% restante son de dos pisos, en general son vulnerables ante cualquier evento, ya que estas pueden quedar cubiertas por flujos de escombros, ante un deslizamiento según la magnitud, (Tabla 22, Grafico 4).

Tabla 22. Número de pisos

NÚMERO DE PISOS (3)	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1 PISO	101	73%
2 PISOS	37	27%
3 PISOS	0	0%
4 PISOS	0	0%
TOTAL	138	100

Fuente: investigación directa 2018

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

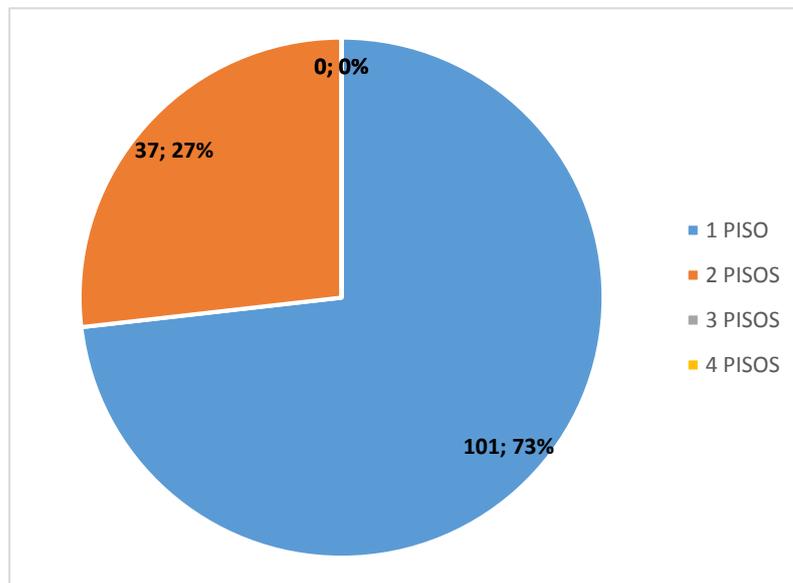


Gráfico 4. Número de pisos

Fuente: investigación de campo 2018.

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

Las viviendas del sector Briones han sido construida en su mayoría durante el periodo 1991-2010; se constató que las viviendas, en un 12 % han sido construida durante los años 1971- 1980 siendo las más antiguas del sector, (Tabla 23, Grafico 5).

Estas viviendas fueron construidas sin aplicar las normas de construcción vigentes muchas de ellas se encuentran en mal estado, siendo no habitables en la actualidad.

Tabla 23. Años de construcción de la vivienda.

AÑO DE CONSTRUCCIÓN (4)	FRECUENCIA	PORCENTAJE
ENTRE 1971 Y 1980	18	12%
ENTRE 1981 Y 1990	43	30%
ENTRE 1991 Y 2010	77	58%
TOTAL	138	100

Fuente: investigación directa 2018

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

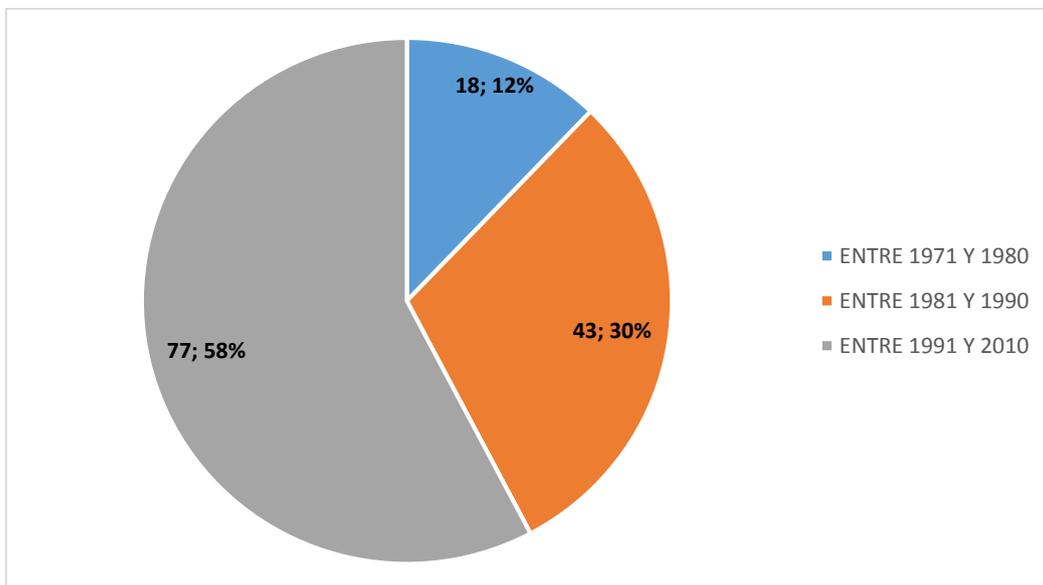


Gráfico 5. años de construcción de las viviendas

Fuente: investigación de campo 2018.

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

En general el estado de conservación es de malo a regular y porcentaje significativo corresponde a muy malo, (Tabla 24, Grafico 6).

Tabla 24.Estado de conservación

ESTADO DE CONSERVACIÓN (5)	FRECUENCIA	PORCENTAJE
REGULAR	62	45%
MALO	66	48%
MUY MALO	10	7%
TOTAL	138	100%

Fuente: investigación directa 2018

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

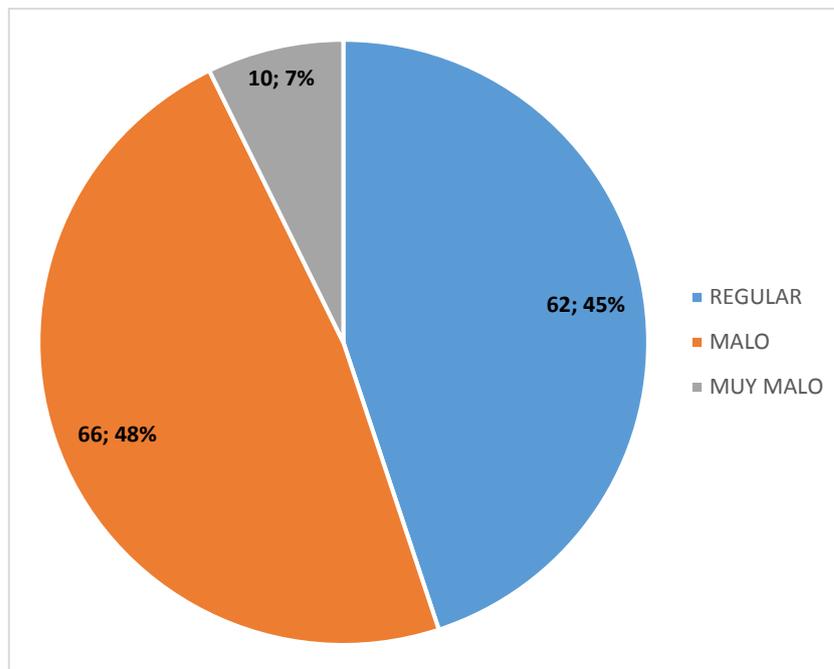


Gráfico 6.estado de conservación

**Fuente:** investigación de campo 2018.

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

El 100% de las viviendas del área de estudio están construidas en un terreno escarpado y de características húmedo, blando y de rellenos, (Tabla25).

Tabla 25. Topografía y características del suelo

TOPOGRAFÍA DEL SITIO (7)	FRECUENCIA	PORCENTAJE
ESCARPADAS.	138	100%
TOTAL	138	

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO BAJO LA EDIFICACIÓN (6)	FRECUENCIA	PORCENTAJE
HUMEDO, BLANDO, RELLENO	138	100%
TOTAL	138	

Fuente: investigación directa 2018  
Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

Con la información obtenida se procedió a calificar la matriz correspondiente (Anexo3)

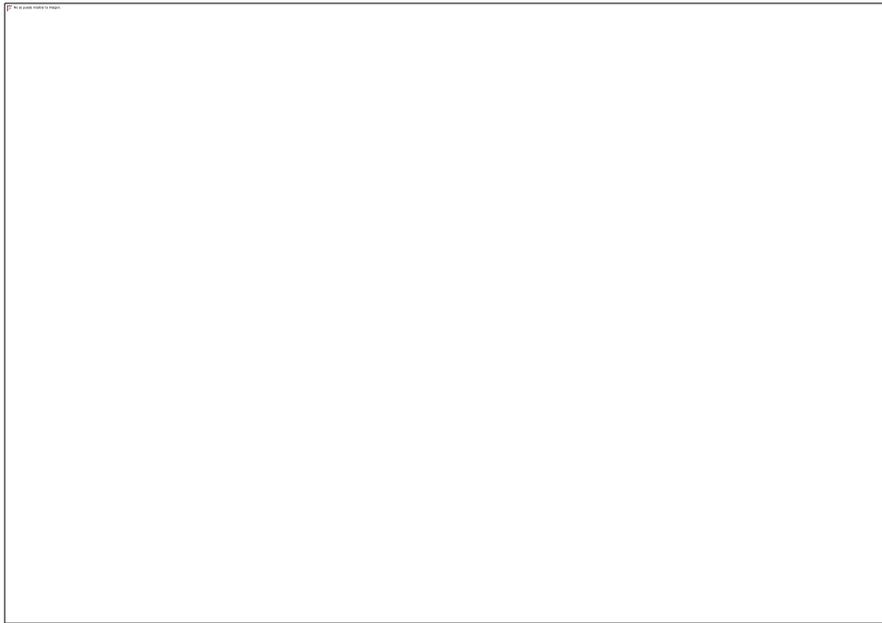
Un alto porcentaje de vivienda tiene vulnerabilidad física estructural alta, (Tabla 26). La localización de estas viviendas se expone en el mapa de vulnerabilidad ante deslizamientos, (Mapa 15).

Tabla 26. Vulnerabilidad de las viviendas del sector Briones

NIVEL DE VULNERABILIDAD	NUMERO DE VIVIENDAS	PORCENTAJE
Alto	122	88
Medio	16	12
total	138	100%

Fuente: GADM del Cantón Portoviejo, 2018.  
Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

## Mapa 15.de vulnerabilidad estructural de las viviendas



Fuente:

investigación directa 2018

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

Por otro lado, la percepción ante el riesgo eminente de las 155 familias encuestadas respecto a los siguientes aspectos: dispuestos a la reubicación; acceso a servicios básicos; situación legal de la propiedad; composición familiar; personas con discapacidad en cada familia; puntos de encuentro en caso de un desastre, manifiestan lo siguiente.

Las familias están dispuestas a ser reubicadas siempre y cuando se ofrezca un proceso rápido de reubicación por que reconocen que se encuentran en una zona de riesgo, un porcentaje considerable dijeron que no (13%) por su arraigo al lugar de vida, (tabla 27).

Tabla 27.Reubicación

DISPOSICIÓN A SER REUBICADOS		
SI	45	29%
NO	20	13%
CONDICIONADO	90	58%
TOTAL	155	100%

Fuente: investigación directa 2018

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

En cuanto al acceso a servicios básicos, se podría decir la existencia de necesidades básicas e insatisfechas como se puede apreciar en la, (tabla 28).

Tabla 28.Servicios básicos

ACCESOS A SERVICIOS BASICOS				TOTAL	
SI		NO		%SI	
AGUA POTABLE		102	36	138	24
ENERGIA ELECTRICA		105	33	138	20
DISPOSICIÓN DE EXCRETAS		101	37	138	25
DISPOSICIÓN DE DESECHOS		90	48	138	31
				TOTAL %	100

Fuente: investigación directa 2018

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

Las familias que Habitan en el sector Briones dijeron que migraron del campo a la ciudad y se asentaron informalmente (9%), otras heredaron la propiedad o compraron, (tabla 29).

Tabla 29.Propiedad del predio

SITUACION LEGAL DEL PREDIO		
COMPRADA	90	58%
HEREDADA	52	33%
INVADIDA	13	9%
TOTAL	155	100%

Fuente: investigación directa 2018

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

En la mayoría de las familias encuestadas el promedio de edad predominante para el género masculino y femenino esta está entre 28 a 65 años, niños menores a 12 años (32%), niñas menores a 12 años (24%). La edad de las personas económicamente activas comprendidas, entre edades de 18 a 25 años, representan un (49%) para hombres y (55%) en mujeres. La mayor discapacidad se centra en la física y visual con un (38%), intelectual y auditiva con un, (26%), (Tablas 30 y 31).

Tabla 30.Composición familiar

COMPOSICIÓN FAMILIAR				
EDADES	masculino	femenino	% masculino	% femenino
<b>0 a 3</b>	<b>26</b>	<b>39</b>	<b>8</b>	12
4 a 12	76	39	24	12
12 a 17	39	58	12	17
18 a 28	58	71	18	21
Mayor a 28	97	116	31	34
Mayor a 65	19	15	6	4
total	315	338	100	100

Fuente: investigación directa 2018

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

Tabla 31.Personas con discapacidad

Personas con discapacidad	Tipo de discapacidad	Porcentaje
Intelectual	13	20
Auditiva	13	20
Física	19	30
Visual	19	30
Multidiscapacidad	0	0
Total	64	100

Fuente: investigación directa 2018

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

La mayoría de las familias consideran que en caso de presentarse deslizamiento tendrían establecidos sus puntos de encuentro en las afueras de sus viviendas (58%), o en el patio de sus viviendas con un (25%). Pese a estas consideraciones establecidas por la población técnicamente estos lugares no serían seguros debido a que se encuentran en la zona de deslizamiento, (tabla 32).

Tabla 32.Lugar de encuentro

LUGAR DE ENCUENTRO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Esplanada	13	8
Patio	39	25
Hogar	13	8
Calle	90	58
Total	155	100

Fuente: investigación directa 2018

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

Pese a la vulnerabilidad existente en el sector se establecieron puntos de encuentro que del todo no son considerados zonas seguras ya que se encuentran en el paso o cerca de las condiciones de deslizamiento, en estas consideraciones podríamos establecer que estos puntos se encuentran en una zona de peligro de baja a media afectación

Una vez analizada y consolidada esta información se puede determinar que el sector Briones se encuentra en un grado de vulnerabilidad alto tanto social y estructural, que sumado a la percepción de la población se constituye en una zona de alto riesgo frente a la amenaza de deslizamiento.

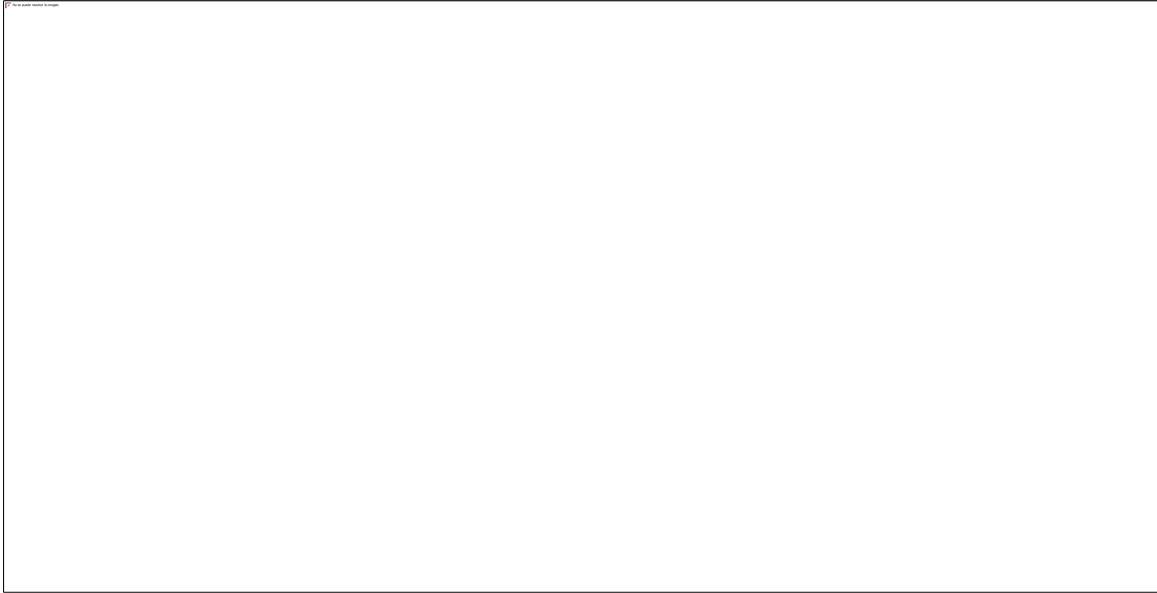
#### 4.3 IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS ALTERNATIVAS DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES DE PREVENCIÓN O MITIGACIÓN PARA DISMINUIR EL GRADO DE PELIGROSIDAD DEL EVENTO.

Con los resultados de los estudios propuestos se da cumplimiento al tercer objetivo, para la cual fue necesario tener claridad de las situaciones de amenazas y vulnerabilidad local existente, donde se propuso establecer medidas estructurales y no estructurales que tiene como finalidad prevenir o mitigar los efectos destructivos de las manifestaciones de la amenaza.

Existe una vasta amenaza en el área que va desde alta a muy alta, más sumado las condiciones de vulnerabilidad alta, son desfavorables, creando condiciones de alto riesgo, las afectaciones locales han sido notables en las destrucciones de los sistemas estructurales de las viviendas y de servicios básicos; en este caso se puede puntualizar la reubicación de 107 familias que se encontraban en situación de damnificados por la desmaterialización de la amenaza.

En base a esta contextualización podemos definir que las condiciones de seguridad son totalmente desfavorables debido al cruce importante de la amenaza y vulnerabilidad existente, (Mapa 16). en base a estas problemáticas presentadas en el sector, se busca prevenir o mitigar los efectos negativos del riesgo existe, plantea varias intervenciones que van desde el aspecto estructural (drenaje, muros de gaviones y la reubicación) y en lo no estructural (reforestación con plantación endémicas o utilización de vetiver)

## Mapa 16. Nivel de importancia de amenaza y vulnerabilidad



Fuente: (GAD Municipal Portoviejo, 2017).  
Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

En el mapa muestra claramente la situación de inseguridad en la que se encuentra el sector, por tal motivo es importante realizar intervenciones rápidas, se propone varias obras alternativas, tomando en cuenta el análisis del modelo geológico, mostró que existe una zona de deslizamiento activa. Por lo tanto, la estabilidad de esta ladera está profundamente ligada al manejo de aguas en superficie.

En primera instancia establecer sistema de drenaje, (Mapa 17). desde la parte alta del talud con la finalidad de dar un adecuado manejo de las aguas superficiales en esta zona, esta medida de mitigación ha sido propuesta por compañía de (Subsuelo Servicios, 2017).

La propuesta de diseño de drenaje consiste en la siguiente medida:

- ✓ Nos permitir el incremento de impermeabilización aguas arriba de la corona del escarpe, desarrollando en esa zona un área de uso público controlada.
- ✓ Implantar un canal de coronación sobre el límite superior del escarpe del deslizamiento latente, canal que se interconecta con los almacenamientos existentes que se mantienen en su sitio.
- ✓ Los cuencos existentes requieren ser impermeabilizados debido al tipo de suelo existente, para lo que se utilizarán geotextiles que cubran toda su

superficie. El material azolvado deberá ser retirado antes del inicio del invierno y después de fuertes aguaceros durante la temporada invernal.

Mapa 17. Representación de drenaje en el sector Briones

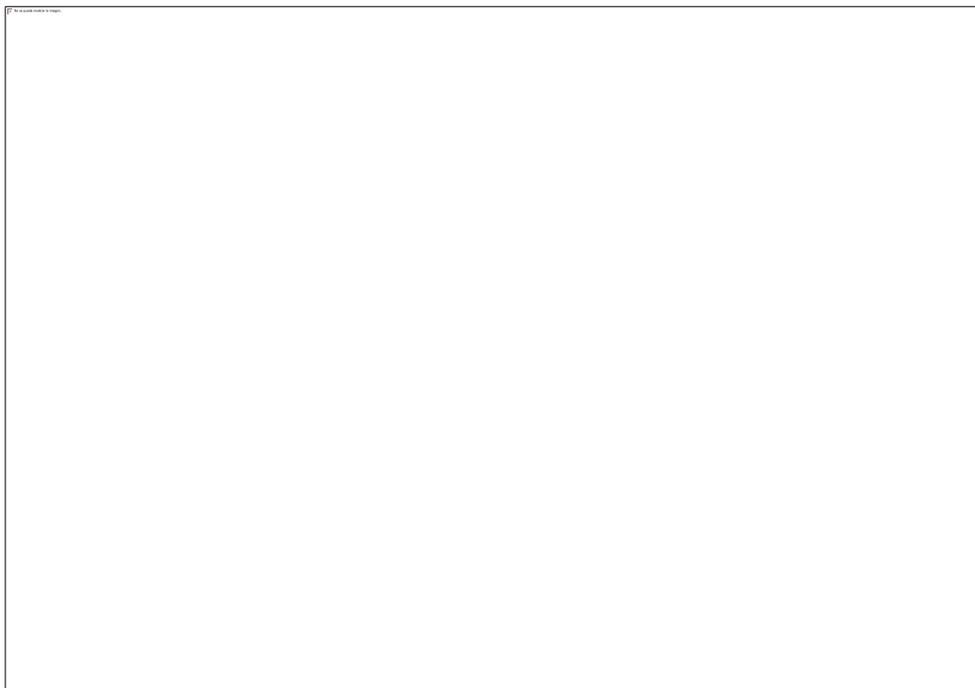


Fuente: (GAD Municipal Portoviejo, 2017).  
Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

Esta medida de mitigación estructural tiene un costo directo de la obra de ***DOSCIENTOS DIECIOCHO MIL CON CUATROCIENTOS SIETE DÓLARES***, para la ejecución total de la obra tiene un plazo establecido de cinco meses.

Si bien es cierto los drenajes son de vital importancia para el control de agua, es necesario contar con otras intervenciones que ayudan a reducir el riesgo de afectación por deslizamiento, para dar una complementariedad adecuado a las obras de mitigación en el sector se ha propuesto la colocación de 5 muros de gaviones estratégicamente ubicado, (Mapa 18).

## Mapa 18. Puntos de colocación de muros de Gaviones



Fuente: (GAD Municipal Portoviejo, 2017).

Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

En la representación de la siguiente imagen da a conocer las especificaciones técnicas, en el muro 1 localizado al Sur-Este del sector, cuenta con una altura de 3.70m y con un azolve de 1.10; en el punto 2 con una altura de 2.90m y un azolve de 1.30; en el punto 3 cuenta con una altura de 3.30m y un azolve de 2m; punto 4 tiene una altura de 3.36m y un azolve de 1.10 y finalmente el punto 5 cuenta con una altura de 4.70 y un azolve de 1.20m.

### **Pedraplén**

En una de las obras mayor de estabilización del sector que consiste en la localización de pedraplén, este tipo de intervención diseñada para reducción impactos del deslizamiento esta obra suele estar formado por fragmentos de roca de gran tamaño que oscilan entre los 100 mm y los 900 mm, la cual consiste en realizar cortes en forma escalonada, (Imagen 27).

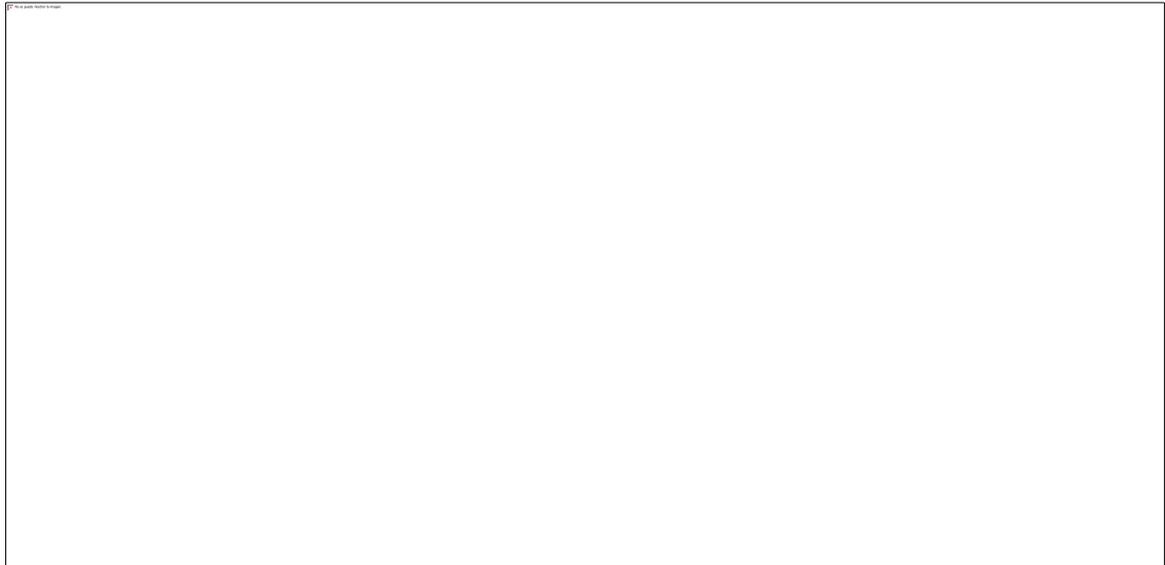


Imagen 29.diseño de pedrales

Fuente: (Subsuelo Servicios, 2017)

En la siguiente tabla se muestran los costos unitarios para la estabilización de talud con la construcción de Pedraplén.

Tabla 33.precios unitarios-pedraplén.

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for a table showing unit costs for stone masonry.

Fuente: (Subsuelo Servicios, 2017)

## **Reasentamiento.**

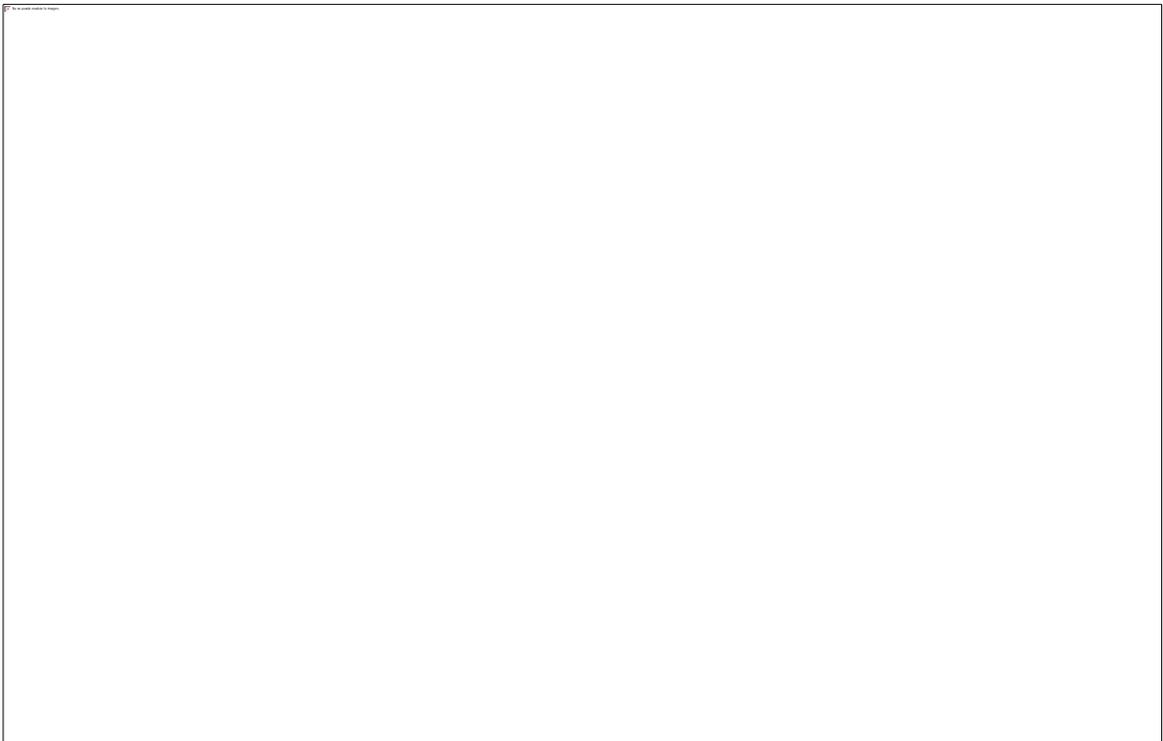
Si bien es cierto, pese a las medidas antes mencionadas son importantes al momento del control de movimiento en masa, pero estas obras no determinan la seguridad total de las condiciones de peligro, es decir que como tal funcionan como medidas de mitigación, pero no tienen enfoques preventivos.

Por tal razón, unas de las soluciones para prevenir afectaciones futuras, sin duda alguna es el reasentamiento, para lo cual se propuso la reubicación de las familias que se encontraban en zonas de alta vulnerabilidad.

Las demás obras propuestas tienen su enfoque en la estabilidad del talud, mientras que la reubicación busca eliminar condiciones de vulnerabilidad por el potencial peligro de deslizamiento.

Hasta la fecha se han reubicado 107 familias, mejorando las condiciones de seguridad, el sector escogido para el reasentamiento fue en la Parroquia Andrés de Vera del Cantón Portoviejo, (Mapa 19).

Mapa 19.Reasentamiento del sector Briones



Fuente: (GAD Municipal Portoviejo, 2017)  
Elaborado por: Eduardo Almeida, Jonathan Cedeño 2018.

Medidas no estructurales.

Para tomar medidas no estructurales, se tendría que hacer un proceso de reasentamiento integral de la zona, ya que para la implementación de la reforestación con especies endémicas es necesario un control total del área de estudio para el logro de los resultados esperados, es decir lograr una mitigación del proceso de deslizamiento a mediano y largo plazo.

## **CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.2 CONCLUSIONES**

El sector Briones debido a sus características geográficas, topográficas, condiciones climatológicas sumado la intervención humana hace que el sector se encuentre en una zona de alta susceptibilidad a deslizamiento

Para el desarrollo y entendimiento de la problemática se estableció dos mapas de amenaza la primera hace referencia al peligro de deslizamiento del sector Briones y el segundo hace referencia al deslizamiento activo y latente. Entre los años 2012 y 2017 se han presentado deslizamiento con características de rotacional, que han afectado a más de 138 familias de las cuales 107 han sido evacuadas.

Esta problemática local requiere establecer control permanente sobre los asentamientos humanos en estas áreas.

La topografía presente en estas zonas es muy inclinada con pendientes que van desde 30°-45°, en el área de estudio también se observa quebradas provenientes de la parte superior de la colina, en el componente de usos y ocupación del suelo, en el sector no existe cobertura vegetal, dichos espacios han sido utilizados para la construcción de viviendas, lo cual incrementa el riesgo de afectación por la desmaterialización de la amenaza.

Ha sido necesario ante las situaciones de amenazas y vulnerabilidad local, establecer medidas de prevención y mitigación estructurales y no estructurales con la finalidad de reducir el riesgo de afectación

### 5.3 RECOMENDACIONES

En base a este análisis es de vital importancia recomendar la incorporación de políticas públicas que orienten a la regulación y control del uso de suelo, así como establecer medidas de prevención o mitigación que vayan acorde a la realidad y necesidad de la planificación urbanística de la ciudad, estas medidas deberán orientar el buen desarrollo sostenible del sector, estableciendo parámetros del marco de acción de Sendai para la reducción de riesgos de desastre siendo un documento internacional adoptado por países miembro de la ONU misma que tiene un periodo de aplicación de 15 años vigente desde el 2015 al 2030.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abramson, L., Lee, T., Sharma, S., & Boyce, G. (1996). *"Slope stability and stabilization methods"*. Washington DC.: Wiley-Interscience.
- Acosta, D. (2015). *Asentamientos informales, caso de estudio infravivienda en Invasión Polígono 4 de marzo en Hermosillo, Sonora, México*. Barcelona: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUÑA.
- Alberti, J., Canales, R., & Sandoval, E. (2006). *Técnicas de mitigación para el control de deslizamientos en taludes*. San Salvador: Universidad de El Salvador.
- Asamblea Nacional Constituyente . (28 de septiembre de 2009). *Defensa.gob.ec*.  
Obtenido de [www.defensa.gob.ec](http://www.defensa.gob.ec):  
[https://www.defensa.gob.ec/.../ene15\\_LEY-DE-SEGURIDAD-PUBLICA-Y-DEL-EST...](https://www.defensa.gob.ec/.../ene15_LEY-DE-SEGURIDAD-PUBLICA-Y-DEL-EST...)
- Asamblea Nacional Constituyente . (5 de julio de 2016). *Registro Oficial del Ecuador* . Obtenido de [www.cae.org.ec](http://www.cae.org.ec):  
<file:///C:/Users/store/Downloads/ecu166410.pdf>
- Asamblea Nacional Constituyente de Ecuador de 2007-2008. (20 de Octubre de 2008). *asambleanacional.gob.ec*. Obtenido de [www.asambleanacional.gob.ec](http://www.asambleanacional.gob.ec):  
[https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/.../constitucion\\_de\\_bolsillo.pdf](https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/.../constitucion_de_bolsillo.pdf)
- Baldock, J. (1982). *Geology del Ecuador*. Quito: Ministerio de Recursos Naturales y Energéticos.
- Beer, P. (1992). Landslide stabilization at Ancone, Italy by deep drainage wells. *Proceedings of the sixth International Symposium of landslides* (págs. 663-670). Christchurch: Sixth International Symposium .
- Benitez, S. (1996). *Geología de la Costa Ecuatoriana*. Guayaquil: ESPOL.
- Bruce, D. (1992). "Two New Specialty Geotechnical Processes for Slope Stabilization". *ASCE Geotechnical Special Publication No. 31*, 1505-1519.

- Centro de Investigacion Tropicales. (2013). *Fortalecimiento del papel de los bosques en el uso de suelo*. Bogor: CIFOR.
- Chachalo, L. (2017). *Informe de situacion de riesgos sector la Briones*. Portoviejo: GAD Municipal Portoviejo.
- Collins, B., Znidarcic, D., & Goddery, T. (1997). A New Instrucciona Geotechnical Centrifuge. *Geotechnical News*.
- Collota, T., & Moretti, P. (1988). "An Advanced Technology in deep drainage of slopes". *Fifth international Symposium on landslides*,, 887-892.
- Crozier, M. (1973). *Landslides:causes,consequiences and environment*. London: Helm.
- Cruden, D., & Varnes, D. (23 de Enero de 1996). *Landslide Types an Processes Special Report*. Obtenido de Researchgate net web site:  
<http://www.researchgate.net/publication>
- Cruz Roja Herramientas AVC. (2018). *Informe de Analisis de vulnerabilidad y capacidad AVC en Briones*. Quito: DIPECHO.
- DGGM. (1991). *Mapa Geologico del Ecuador* . Quito: Ministerios de Recursos Naturales y Energeticos .
- ESRI. (2016). *ARGIS 10.4*. California: ESRI.
- Fernandez, J. (1994). *Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo para el área minera Canteras Basálticas Picoazá*. Quito: GAD Portoviejo.
- GAD Municipal Portoviejo. (2017). *Proyecto estudio de suelos para la ciudadela Briones*. Portoviejo: GAD Portoviejo.
- GAD Portoviejo. (2011). *PDOT DEL CANTON PORTOVIEJO*. PORTOVIEJO: GAD Portoviejo.
- GAD Portoviejo. (2011). *PDOT del cantón Portoviejo*. Portoviejo: GAD Portoviejo.
- Gonzales deVallejo, L., Ferrer, M., Ortuño, L., & Oteo, C. (2002). *Ingeniería Geológica*. Madrid: Pearson Prentice Hall.

- Guía técnica CSA PASOLA. (2000). *Guía para la elaboración de estudios de adopción de tecnologías de manejo sostenible de suelos y agua*. Nicaragua: PASOLAC.
- Hengchaovanich, D. (1998). *Vetiver System for Slope Stabilization*. Bangkok,: APT Consult Co., Ltd.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. d. (2010). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McgrawHill.
- Holtz, R., Jamiolkowski, M., Lancellotta, R., & Pedroni, R. (1991). "Prefabricated Vertical Drains Design and Performance". *CIRIA*, 1-131.
- Hutchinson, J. (1968). "Mass movement" en Fairbridge. *Encyclopedia of Earth Sciences*, 688-695.
- IGM. (5 de DICIEMBRE de 1961). *PROYECTO CARTA NACIONAL*. PORTOVIEJO: IGM.
- INAMHI. (2010). *Mapas de Isoyetas media anual 1981-2010*. Quito: INAMHI.
- INEC. (06 de 10 de 2010). *REDATAM*. Recuperado el 5 de Marzo de 2018, de INEC: <http://redatam.inec.gob.ec/cgibin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=CPV2010&MAIN=WebServerMain.inl>
- INIGEMM. (2012). *Unidades Morfológicas del Canton Portoviejo*. Quito: Geolatitud.
- International Geotechnical Societes UNESCO Working party for World landslide inventory. (1993). A suggested method for describing the activity of a landslide. *Bulletin International Association of Engineering Geology*, 47:53-57.
- Pedraza, J. (1996). *Geomorfología Principios Métodos y Aplicaciones*. Madrid: Rueda.
- Pedraza, J. (1996). *Geomorfología: principios, métodos y aplicaciones*. Madrid: RUEDA.

- Perez, M. (18 de Junio de 2007). *Academia edu*. Recuperado el 29 de Noviembre de 2018, de Sitio web de academia edu:  
[http://www.academia.edu/7344121/20\\_tipos\\_de\\_deslizamiento](http://www.academia.edu/7344121/20_tipos_de_deslizamiento)
- PNUD. (2012). *GUÍA PARA IMPLEMENTAR EL ANÁLISIS DE VULNERABILIDADES A NIVEL CANTONAL*. ECUADOR: PNUD.
- PREDECAM; CUSSE; DIPECHO. (2008). *DIAGNOSTICO DEL CANTON PORTOVIEJO*. Portoviejo: GAD Portoviejo.
- PREDECAN COSUDE. (2009). *Plan local de gestion del riesgo del canton Portoviejo*. Portoviejo: Predecana.
- Saavedra, F. (2010). *Vulnerabilidad de la poblacion frente a inundaciones e inestabilidad de ladera*. Mexico: inecc.gob.mx.
- Salazar, A. (2015). *Diagnóstico integrado del cantón Portoviejo*. PORTOVIEJO: GADPortoviejo.
- Sampier, H. (2004). *Metodologia de la Investigacion*. Mexico: Mexico.
- Schuster, R., & Kockelman, W. (1996). Orinciples of landslide hazard reduction. *Landslides investigation and mitigation, Special report*, 91-105.
- SGR. (2012). *GUÍA PARA IMPLEMENTAR EL ANÁLISIS DE VULNERABILIDADES A NIVEL CANTONAL* . ECUADOR.
- SGR-PNUD-GRIP. (2011). *GUIA PARA LA IMPLEMENTACION EL ANALISIS DE VULNERABILIDADES A NIVEL CANTONAL*. ECUADOR: PNUD.
- SGR-PNUD-GRIP. (2011). *GUIA PARA LA IMPLEMENTACION EL ANALISIS DE VULNERABILIDADES A NIVEL CANTONAL* . ECUADOR .
- SIGTIERRAS. (2016). *Mapa de Pendientes*. Quito: MAGAP.
- Skempton, A., & Hutchinson, J. (1969). Stability of natural slopes and embankment foundations. *Sociedad mexicana de mecánica de suelos*, 291-340.
- SNGR. (2014). *GESTION DE RIESGOS*. QUITO: Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos.

- Suarez, J. (1998). *MOMENCLATURA Y CLASIFICACION DE LOS MOVIMIENTOS*. BUCARAMANGA : Ingeniería de Suelos Ltda. .
- Suarez, J. (2008). Nomenclatura de deslizamientos. En J. Suarez, *Deslizamientos tomo1: análisis geotécnico* (pág. 1120). Santander: Universidad Industrial de Santander.
- Subsuelo Servicios. (2017). *Contrato de emergencia para el estudio de suelo y alternativas de obras de mitigación para el sector de la ciudadela Briones de la parroquia San Pablo del cantón Portoviejo*. PORTOVIEJO: GAD-PORTOVIEJO.
- Tarback, E., & Lutgens, F. (2015). *Ciencias de la Tierra: una introducción a la geología Física*. MADRID: Pearson Prentice Hall.
- Ulloa, D., & Narvaez, R. (1998). *Diagnostico Ambiental Cantonal de Portoviejo*. Quito: Corporación OIKOS.
- UNISDR. (2009). *Terminología sobre reducción del riesgo de desastres*. Ginebra.
- Uquillas. (1986). *Características Agrícolas y sociales del valle del río Portoviejo. Proyecto INIAP*. Quito.
- Uquillas, J. (1987). Colonización y asentamientos espontáneos en la Amazonía ecuatoriana. *En Desarrollo amazónico: una perspectiva latinoamericana* , (359-383).
- Varnes, D. (1978). *Slope Movement: types and proceses*. Washington D.C: National Academy of Sciences.
- Wan, X., & Ning, C. (1999). "Turbulence Characteristics of Sediment-laden Flow". En J. Suarez, *Deslizamientos: analisis geotecnicos* (págs. 173-208). Santander: Universidad Industrial de Santander.
- Ward, W. (Junio de 1945). The Stability of Natural Slopes. *The Geographical Journal*, 170-191. Recuperado el 20 de Enero de 2018, de sitio web de Royal Geographical Society : <https://www.jstor.org/stable/1789732?seq=1/analyze>
- Wilches, G. (1993). *Evaluación de la Amenaza, la Vulnerabilidad, y el Riesgo*. Cauca: LA RED.

Woodward Clyde Consultants. (1994). *Control de aguas superficiales y subterráneas*. California: Woodward Clyde Consultants.

Yatsu, E. (1967). Some Problems on Mass Movements. *Geografiska Annaler. Series A, Physical Geography*, 396-401.

## ANEXOS

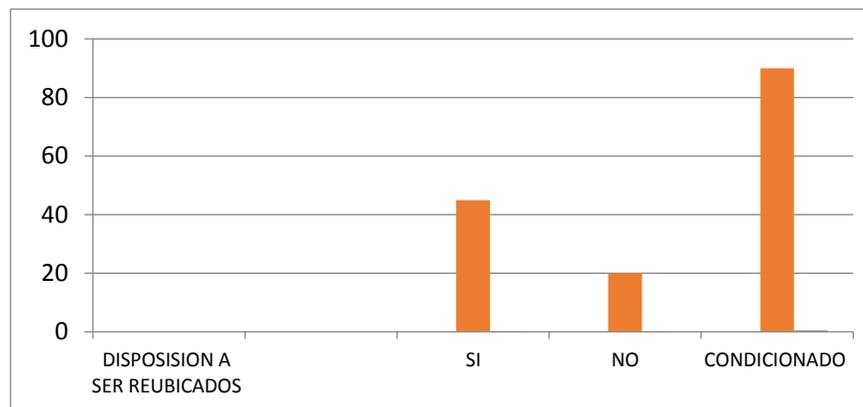
ANEXO 1. MATRIZ DE VARIABLES DE VULNERABILIDAD FISICO-ESTRUCTURAL ANTE AMENAZAS DE DESLIZAMIENTO, INUNDACIÓN, SISMOS, ERUPCIONES VOLCÁNICAS

Variables de Vulnerabilidad	Descripción de la variable y uso de la información	indicadores considerados	valores para indicador por tipo de amenaza				pesos de ponderación por tipo de amenaza				valores máximos por tipo de amenaza			
Sistema estructural	Describe la tipología estructural predominante en la edificación	Hormigón armado	0	1	5	1	1.2	1	0.8	1	12.0	5.0	8.0	5.0
		Estructura metálica	1	1	5	5								
		Estructura de madera	1	10	10	10								
		Estructura de caña	10	10	10	10								
		Estructura de pared portante	5	5	10	5								
		Mixta madera-hormigón	5	5	10	5								
Mixta metálica-hormigón	1	1	10	5										
Tipo de material en paredes	Describe el material predominante utilizado en las paredes divisorias de la edificación	Pared de ladrillo	1	1	5	1	1.2	1	0.8	1	12.0	8.0	8.0	4.0
		Pared de Bloque	1	5	5	5								
		Pared de piedra	10	5	10	5								
		Pared de adobe	10	5	10	5								
		Pared de Tapia-bahareque-madera	5	5	10	5								
Tipo de cubierta	Describe el tipo de material utilizado como sistema de cubierta de la edificación	Cubierta metálica	5	1	NA	10	1.0	0.3	NA	3.0	10.0	3.0	0.0	30.0
		Loza de hormigón armado	0	0	NA	1								
		Vigas de madera y Zinc	5	5	NA	10								
		Caña y Zinc	10	10	NA	10								
		Vigas de madera y Teja	5	5	NA	5								
Sistema de entresijos	Describe el tipo de material utilizado para el sistema de pisos diferentes a la cubierta	Loza de hormigón armado	1	NA	NA	NA	1.0	NA	NA	NA	10.0	0.0	0.0	0.0
		Vigas y entramado de madera	5	NA	NA	NA								
		Entramado madera-caña	10	NA	NA	NA								
		Entramado metálica	1	NA	NA	NA								
		Entramado hormigón-metálica	1	NA	NA	NA								
Número de pisos	Se considera el número de pisos como una variable de vulnerabilidad, debido a que su altura incide en su comportamiento	1 Piso	0	10	10	10	0.8	1.1	0.8	1.0	8.0	11.0	8.0	10.0
		2 Pisos	1	5	5	5								
		3 Pisos	5	1	1	1								
		4 Pisos	10	1	1	1								
		5 Pisos o más	1	1	1	1								
Año de Construcción	Permite tener una idea de la posible aplicación de criterios de diseño de defensa contra la amenaza	Antes de 1970	10	10	10	10	1.0	0.5	0.8	0.4	10.0	5.0	8.0	4.0
		Entre 1071 y 1980	5	5	5	5								
		Entre 1981 y 1990	1	1	1	1								
		Entre 1991 y 2010	0	0	0	0								
Estado de conservación	El grado de deterioro influye en la vulnerabilidad de la edificación	Bueno	0	0	0	0	1.0	0.5	0.8	0.5	10.0	5.0	8.0	5.0
		Aceptable	1	1	1	1								

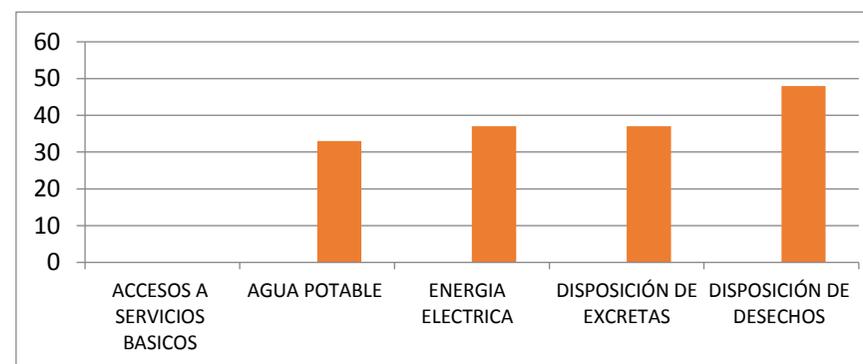
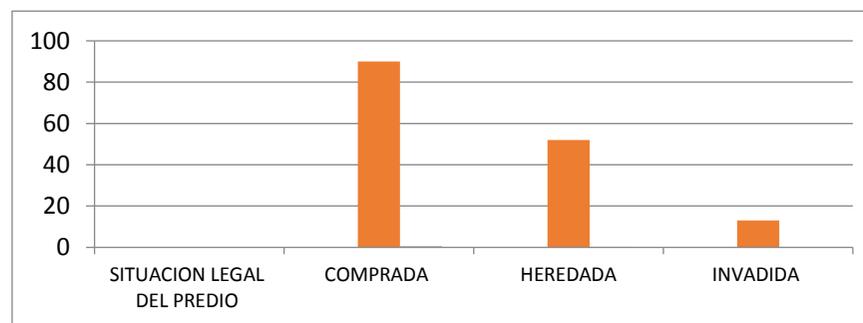
		Regular	5	5	5	5															
		Malo	10	10	10	10															
Características del suelo bajo la edificación	El tipo de terreno influye en las características de vulnerabilidad física	Firme, Seco	0	0	0	0	0.8	3.0	2.0	0.8	8.0	30.0	20.0	8.0							
		Inundable	1	10	10	10															
		Ciénega	5	10	10	10															
		Húmedo-blando-relleno	10	5	5	5															
Topografía del sitio	La topografía del sitio de construcción de la edificación indica posibles debilidades frente a la amenaza	A nivel, terreno plano	0	5	1	1	0.8	3.0	4.0	3.0	8.0	30.0	40.0	30.0							
		Bajo nivel calzada	5	10	10	10															
		Sobre nivel calzada	0	0	1	1															
		Escarpe positivo o negativo	10	1	10	10															
Forma de la construcción	La presencia de irregularidad en la edificación genera vulnerabilidades	Regular	0				1.2	NA	NA	NA	12.0	0.0	0.0	0.0							
		Irregular	5	NA	NA	NA															
		Irregularidad severa	10																		
<b>Sumatoria</b>														<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>100</b>	<b>97</b>	<b>100</b>	<b>96</b>

## ANEXO 2. ENCUESTA REALIZADA A LOS JEFES O JEFAS DE FAMILIA DEL SECTOR BRIONES

DISPOSICION A SER REUBICADOS		Porcentaje
SI	45	29%
NO	20	13%
CONDICIONADO	90	58%
TOTAL	155	100%

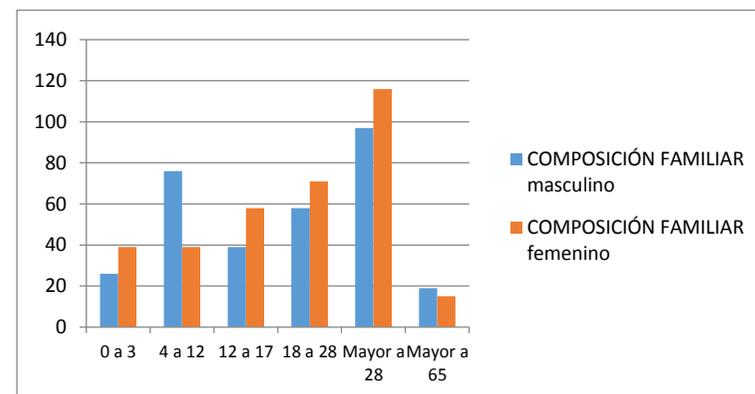


SITUACION LEGAL DEL PREDIO		Porcentaje
COMPRADA	90	58%
HEREDADA	52	33%
INVADIDA	13	8%
TOTAL	155	100%



ACCESOS A SERVICIOS BASICOS			Porcentaje
AGUA POTABLE		33	21
ENERGIA ELECTRICA		37	24
DISPOSICIÓN DE EXCRETAS		37	24
DISPOSICIÓN DE DESECHOS		48	31
TOTAL		155	100

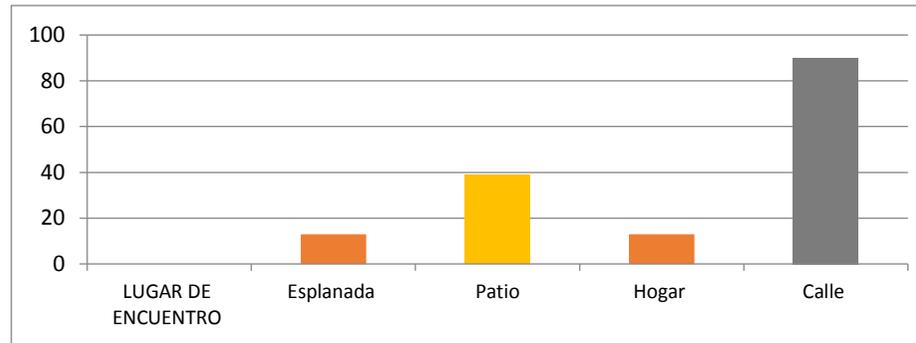
COMPOSICIÓN FAMILIAR			Porcentaje	Porcentaje
EDADES	masculino	femenino	% masculino	% femenino
0 a 3	26	39	8	12
4 a 12	76	39	24	12
12 a 17	39	58	12	17
18 a 28	58	71	18	21
Mayor a 28	97	116	31	34
Mayor a 65	19	15	6	4
total	315	338	100	100



PERSONAS CON DISCAPACIDAD	Tipo de discapacidad	Porcentaje
Intelectual	13	20
Auditiva	13	20
Física	19	30
Visual	19	30
Multidiscapacidad	0	0
Total	64	100

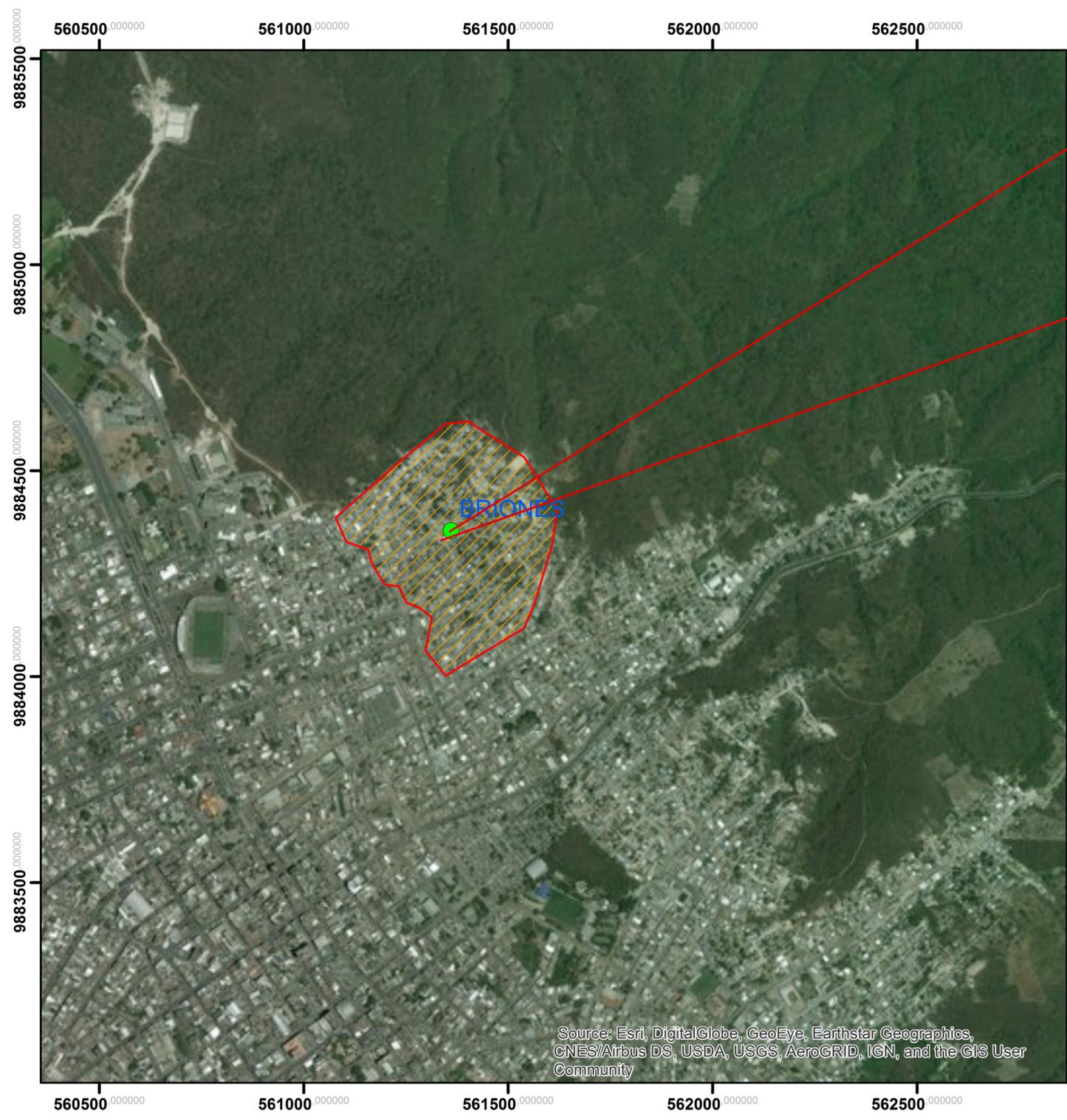


LUGAR DE ENCUENTRO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Explanada	13	8
Patio	39	25
Hogar	13	8
Calle	90	58
Total	155	100



ANEXO 3. APLICACIÓN DE LA MATRIZ DE EVALUACIÓN FÍSICO-ESTRUCTURAL DE 139 VIVIENDAS EN EL SECTOR  
BRIONES

## ANEXO 4. MAPAS CARTOGRAFICOS TAMAÑO A3.



### LEYENDA

- Mar
- PORTOVIEJO
- Cantones
- Briones
- Area-Estudio

MAPA DELIMITACION DE AREA DE ESTUDIO POR AMENAZA DE DESLIZAMIENTO DEL SECTOR BRIONES DE LA PARROQUIA SAN PABLO DEL CANTÓN PORTOVIEJO-DE LA PROVINCIA DE MANABI- ECUADOR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR; ESCUELA DE ING. EN GESTIÓN DE RIESGOS Y ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRE

PROYECTO DIPECHO: ASENTAMIENTO EN ZONA DE RIESGOS: CASO DEL PROCESO DE DESLIZAMIENTO DEL SECTOR "BRIONES", 2016 PARROQUIA SAN PABLO, DEL CANTÓN PORTOVIEJO DE LA PROVINCIA DE MANABÍ



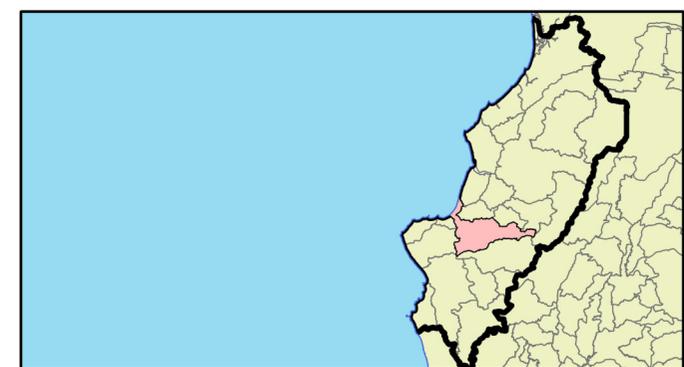
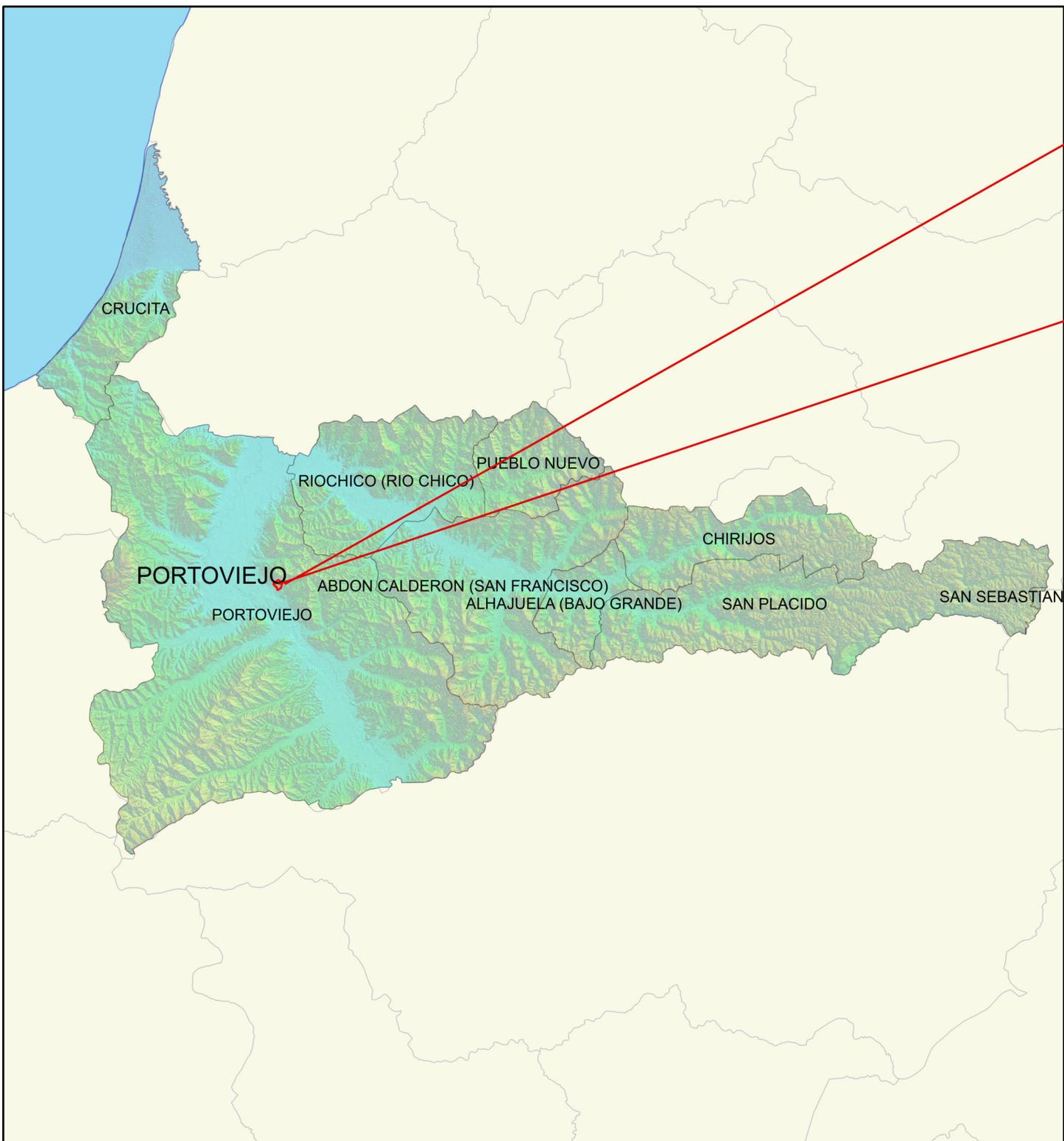
Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

ELABORADO: EDUARDO ALMEIDA GARCIA/JHONATHAN CEDERO MERO TUTOR RESPONSABLE : ING. EVA GAVILANES

AÑO: 15/08/2018

SISTEMA DE COORDENADAS:  
 PROJECTED COORDINATE SYSTEM: WGS\_1984\_UTM\_ZONE\_17S  
 PROJECTION: TRANSVERSE\_MERCATOR  
 FALSE EASTING: 500000,000000000  
 FALSE NORTHING: 1000000,000000000  
 CENTRAL\_MERIDIAN: -81,000000000  
 SCALE\_FACTOR: 0,999600000  
 LATITUDE\_OF\_ORIGIN: 0,000000000  
 LINEAR UNIT: METER

- REFERENCIAS CARTOGRAFICAS:
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL IGM
  - CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MSP
  - CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LA SGR
  - CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MIMNEUDC
  - CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE SEMPLADES
  - CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MTOP



### LEYENDA

- Mar
- PORTOVIEJO
- Cantones
- Briones
- Area-Estudio

MAPA MODELO DIGITAL DEL TERRENO DEL AREA DE ESTUDIO POR AMENAZA DE DESLIZAMIENTO DEL SECTOR BRIONES DE LA PARROQUIA SAN PABLO DEL CANTÓN PORTOVIEJO- DE LA PROVINCIA DE MANABI-ECUADOR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR: ESCUELA DE ING. EN GESTIÓN DE RIESGOS Y ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRE

**PROYECTO DIPECHO: ASENTAMIENTO EN ZONA DE RIESGOS: CASO DEL PROCESO DE DESLIZAMIENTO DEL SECTOR "BRIONES", 2016 PARROQUIA SAN PABLO, DEL CANTÓN PORTOVIEJO DE LA PROVINCIA DE MANABI**



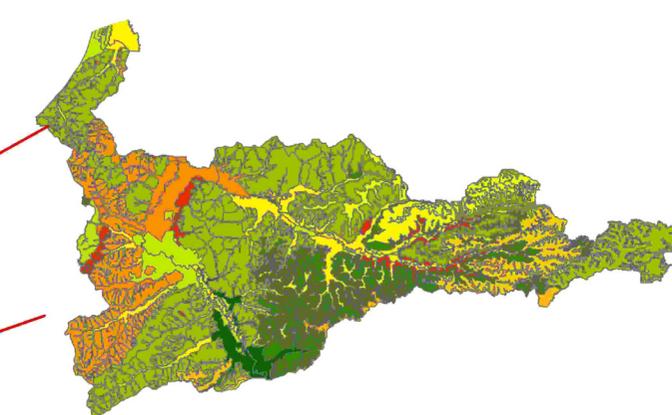
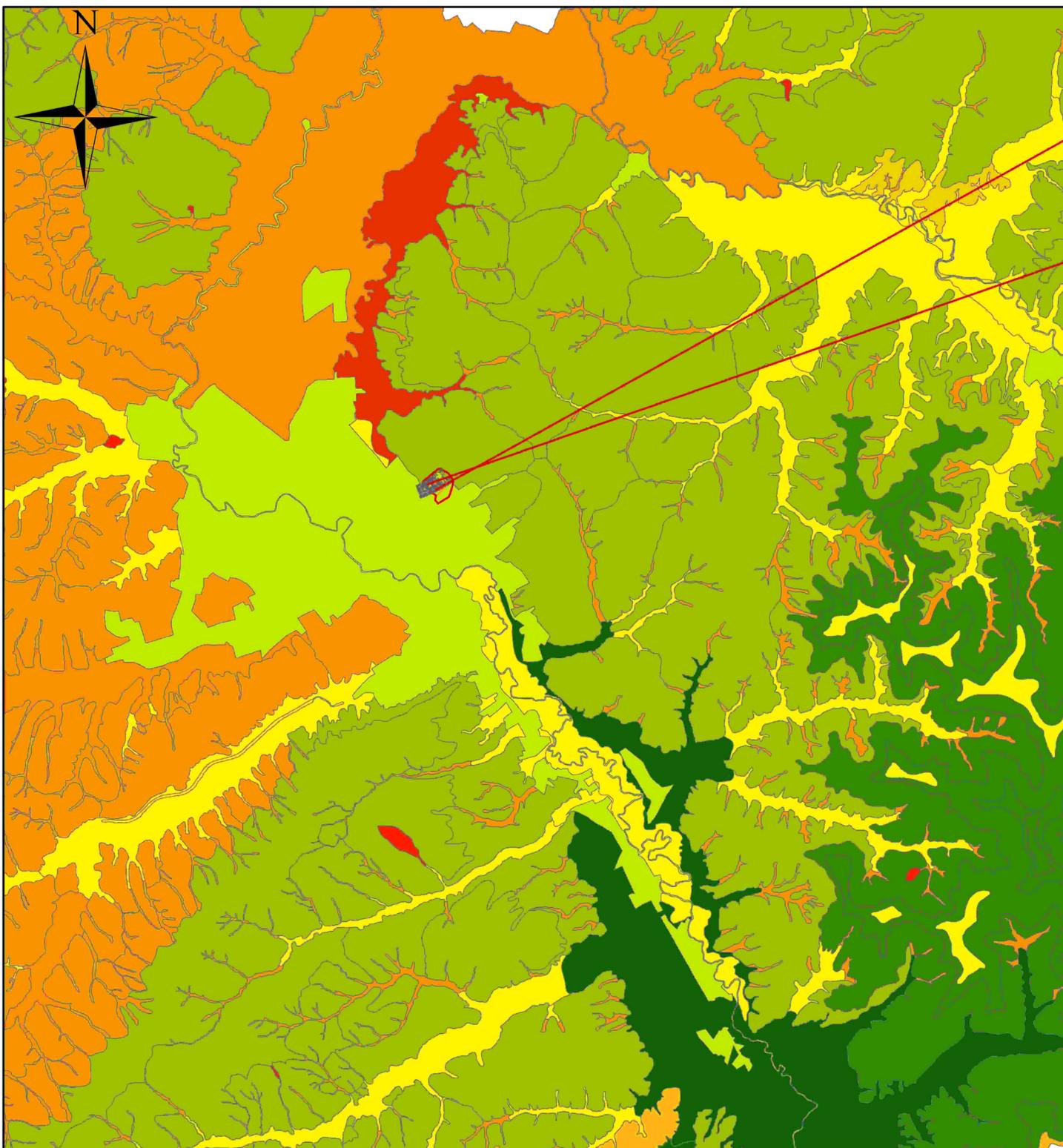
ELABORADO: EDUARDO ALMEIDA  
GARCIA/JHONATHAN CEDEÑO MERO  
TUTOR RESPONSABLE : ING: EVA GAVILANES

SISTEMA DE COORDENADAS:  
PROJECTED COORDINATE SYSTEM: WGS\_1984\_UTM\_ZONE\_17S  
PROJECTION: TRANSVERSE\_MERCATOR  
FALSE\_EASTING: 500000,000000000  
FALSE\_NORTHING: 10000000,000000000  
CENTRAL\_MERIDIAN: -82,00000000  
SCALE\_FACTOR: 0,99960000  
LATITUDE\_OF\_ORIGIN: 0,000000000  
LINEAR UNIT: METER

REFERENCIAS CARTOGRAFICAS:  

- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL IGM
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MSP
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LA SGR
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MIMEDUC
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE SEMPLADES
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MTPD

AÑO: 15/08/2018



**LEYENDA Geo\_Portoviejo**  
**Tipo\_roca**

- ARCILLAS, ARENAS Y GRAVAS SUBREDONDEADAS
- ARCILLAS, LIMOS Y ARENAS DE GRANO FINO A MEDIO
- ARENAS CON PRESENCIA DE LIMOS Y ARCILLAS
- ARENAS DE GRANO FINO A GRUESO, LIMOS CON INTERCALACIONES DE GRAVAS
- ARENAS DE GRANO FINO A GRUESO, LIMOS Y GRAVAS
- ARENAS DE GRANO FINO A GRUESO, Y LIMOS CON INTERCALACIONES DE GRAVAS
- ARENISCAS ARCILLOSAS
- ARENISCAS ARCILLOSAS AMARILLENAS POCO COMPACTAS, DE GRANO FINO A MEDIO
- ARENISCAS LIMOSAS COLOR AMARILLENTO CON PRESENCIA DE FOSILES
- ARENISCAS COLOR PARDO AMARILLENTO CON INTERCALACIONES ARENOSAS
- ARENISCAS COLOR PARDO AMARILLENTO CON INTERCALACIONES DE ARENAS
- ARENISCAS DE GRANO MEDIO A GRUESO EN BANCOS COMPACTOS CON FOSILES
- ARENISCAS DE GRANO MEDIO A GRUESO EN BANCOS COMPACTOS CON FÓSILES
- ARENISCAS FINAS A MEDIAS, VETILLAS DE LIGNITO; INTERESTRATIFICACIONES DE LUTITAS VERDOSAS Y CONGLOMERADOS
- ARENISCAS MEDIAS A FINAS DE COLOR BLANQUECINAS, GRIS CON RECUBRIMIENTO DE CENIZA VOLCANICA
- ARENISCAS, INTERCALACIONES DE ARENAS, CONGLOMERADOS
- BLOQUES ANGULARES EN MATRIZ LIMO ARENOSA
- CANTOS SUBREDONDEADOS Y GRAVAS EN MATRIZ LIMO ARENOSA
- GRAVAS, ARENAS Y LIMOS
- LAVAS BASALTICAS EN ALMOHADILLAS
- LIMOS Y ARENAS DE GRANO FINO
- LIMOS, ARENAS
- LIMOS, ARENAS CON PRESENCIA DE GRAVAS
- LIMOS, ARENAS DE GRANO FINO A GRUESO, GRAVAS
- LUTITAS COLOR CAFE CHOCOLATE CON PRESENCIA DE VETILLAS DE YESO
- LUTITAS LAMINADAS DIATOMACEAS GRISAS A BLANCAS
- LUTITAS LAMINADAS DIATOMACEAS RECUBIERTAS POR DEPOSITOS ALUVIALES (CLASTOS SUBREDONDEADOS EN MATRIZ LIMO ARENOSA)
- LUTITAS SILICEAS GRISAS Y MARGAS TOBACEAS COLOR CAFE CHOCOLATE
- LUTITAS VERDOSAS CON INTERESTRATIFICACION DE ARENISCAS FINAS
- No aplicable

**MAPA MODELO PORCENTAJES DE PENDIENTES DEL AREA DE ESTUDIO POR AMENAZA DE DESLIZAMIENTO DEL SECTOR BRIONES DE LA PARROQUIA SAN PABLO DEL CANTÓN PORTOVIEJO-DE LA PROVINCIA DE MANABÍ-ECUADOR**

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR: ESCUELA DE ING. EN GESTIÓN DE RIESGOS Y ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRE

**PROYECTO DIPECHO: ASENTAMIENTO EN ZONA DE RIESGOS: CASO DEL PROCESO DE DESLIZAMIENTO DEL SECTOR "BRIONES", 2016 PARROQUIA SAN PABLO, DEL CANTÓN PORTOVIEJO DE LA PROVINCIA DE MANABÍ**

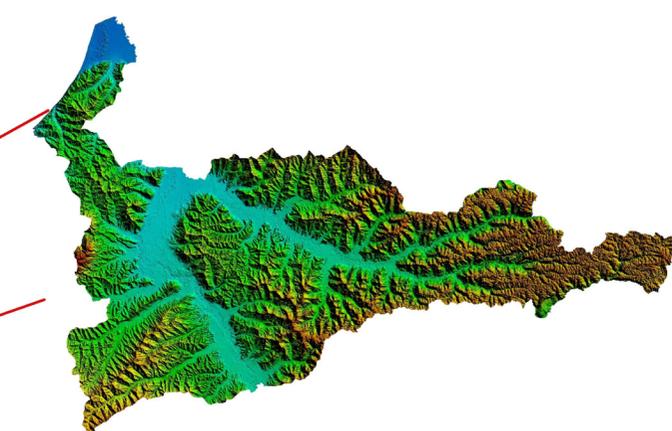
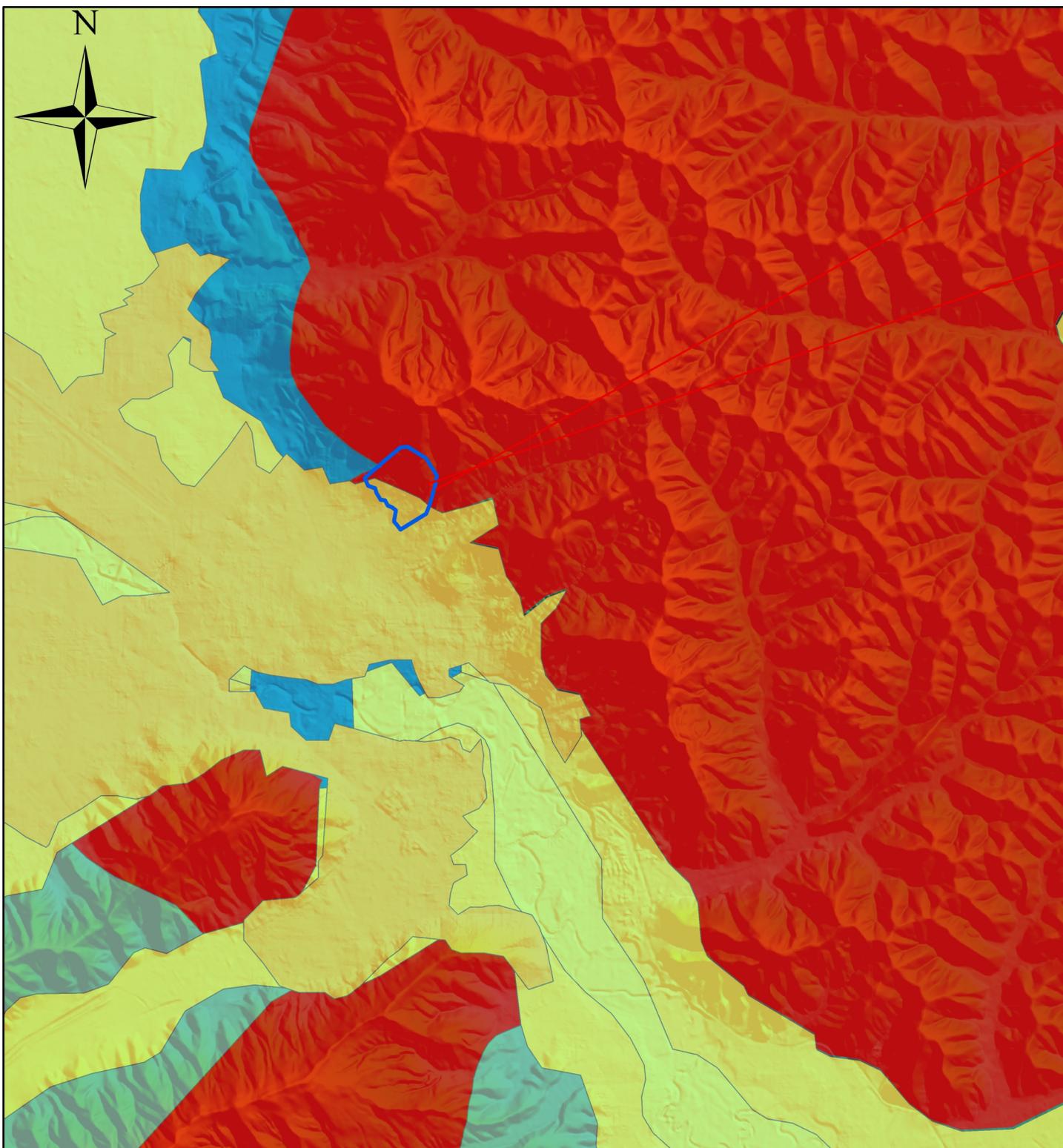


ELABORADO: EDUARDO ALMEIDA GARCIA/HONATHAN CEDEÑO MERO  
TUTOR RESPONSABLE : ING: EVA GAVILANES

AÑO: 15/08/2018

SISTEMA DE COORDENADAS:  
PROJECTED COORDINATE SYSTEM: WGS\_1984\_UTM\_ZONE\_17S  
PROJECTION: TRANSVERSE\_MERCATOR  
FALSE\_EASTING: 500000.00000000  
FALSE\_NORTHING: 1000000.00000000  
CENTRAL\_MERIDIAN: -81.00000000  
SCALE\_FACTOR: 0.99960000  
LATITUDE\_OF\_ORIGIN: 0.00000000  
LINEAR UNIT: METER

- REFERENCIAS CARTOGRAFICAS:
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL IGM
  - CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MSP
  - CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LA SGR
  - CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL INMEDIUC
  - CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE SEMPLADES
  - CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MTOP



### Legend

<b>geomorfologia</b>		Mesas disectadas
	<all other values>	Mesas muy disectadas
<b>CLASE</b>		
	Camaroneras	Planicies costaneras
	Colinas altas	Playas
	Colinas bajas	Terraza alta
	Colinas medianas	Terraza aluvial
	Cuerpos de agua	Terraza baja
	Cuestas	Vertientes regulares
	Mesas	Zonas Urbanas

MAPA GEOMORFOLOGICO DEL AREA DE ESTUDIO POR AMENAZA DE DESLIZAMIENTO DEL SECTOR BRIONES DE LA PARROQUIA SAN PABLO DEL CANTÓN PORTOVIJEJO- DE LA PROVINCIA DE MANABI- ECUADOR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR: ESCUELA DE ING. EN GESTIÓN DE RIESGOS Y ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRE

PROYECTO DIPECHO: ASENTAMIENTO EN ZONA DE RIESGOS: CASO DEL PROCESO DE DESLIZAMIENTO DEL SECTOR "BRIONES", 2016 PARROQUIA SAN PABLO, DEL CANTÓN PORTOVIJEJO DE LA PROVINCIA DE MANABI

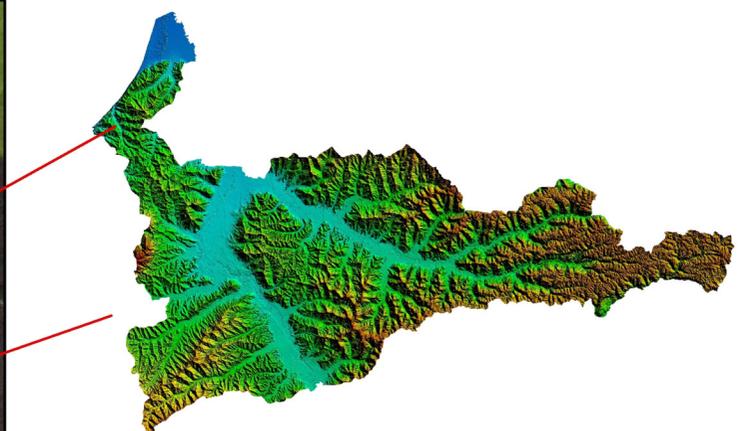
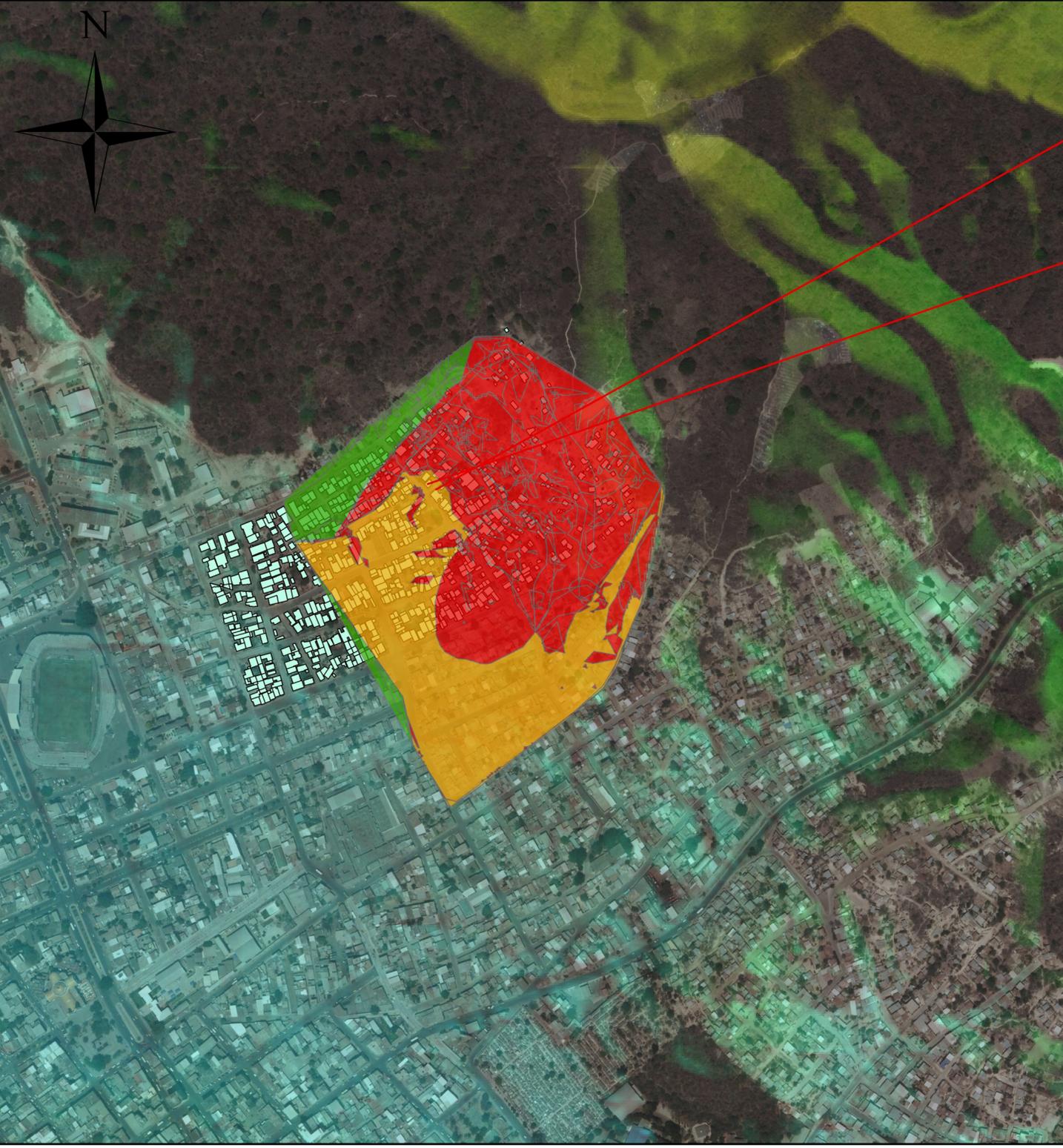


ELABORADO: EDUARDO ALMEIDA GARCIA/HONATHAN CEDEÑO MERO  
TUTOR RESPONSABLE : ING. EVA GAVILANES

AÑO: 15/08/2018

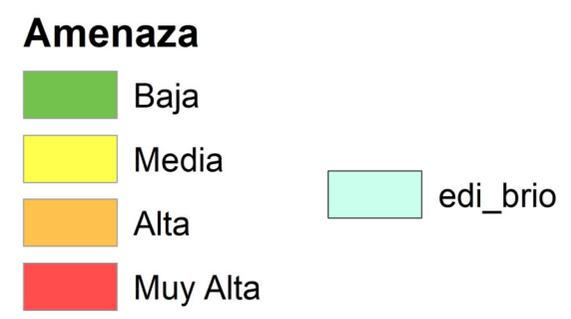
SISTEMA DE COORDENADAS:  
PROJECTED COORDINATE SYSTEM: WGS\_1984\_UTM\_ZONE\_17S  
PROJECTION: TRANSVERSE\_MERCATOR  
FALSE\_EASTING: 500000.000000000  
FALSE\_NORTHING: 1000000.000000000  
CENTRAL\_MERIDIAN: -81.000000000  
SCALE\_FACTOR: 0.999600000  
LATITUDE\_OF\_ORIGIN: 0.000000000  
LINEAR UNIT: METER

- REFERENCIAS CARTOGRAFICAS:
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL IGM
  - CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MSP
  - CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LA SGR
  - CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MINECUC
  - CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE SEMPLADES
  - CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL INTOP



# LEYENDA

## Amenaza Briones



MAPA DE DESLIZAMIENTO DEL AREA DE ESTUDIO DEL SECTOR BRIONES DE LA PARROQUIA SAN PABLO DEL CANTÓN PORTOVIEJO- DE LA PROVINCIA DE MANABI-ECUADOR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR: ESCUELA DE ING. EN GESTIÓN DE RIESGOS Y ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRE

**PROYECTO DIPECHO: ASENTAMIENTO EN ZONA DE RIESGOS: CASO DEL PROCESO DE DESLIZAMIENTO DEL SECTOR "BRIONES", 2016 PARROQUIA SAN PABLO, DEL CANTÓN PORTOVIEJO DE LA PROVINCIA DE MANABI**



ELABORADO: EDUARDO ALMEIDA  
GARCIA/HONATHAN CEDEÑO MERO  
TUTOR RESPONSABLE : ING: EVA GAVILANES

SISTEMA DE COORDENADAS:  
PROJECTED COORDINATE SYSTEM: WGS\_1984\_UTM\_ZONE\_17S  
PROJECTION: TRANSVERSE\_MERCATOR  
FALSE\_EASTING: 500000.000000000  
FALSE\_NORTHING: 1000000.000000000  
CENTRAL\_MERIDIAN: -81.000000000  
SCALE\_FACTOR: 0.999600000  
LATITUDE\_OF\_ORIGIN: 0.000000000  
LINEAR UNIT: METER

- REFERENCIAS CARTOGRAFICAS:
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL IGM
  - CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MSP
  - CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LA SGR
  - CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MINEUC
  - CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE SEMPLADES
  - CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MTPD

AÑO: 15/08/2018



# LEYENDA

- PUNTOS\_DE\_ENSAYO
- Area-Estudio
- edi\_brio

MAPA MODELO PORCENTAJES DE PENDIENTES DEL AREA DE ESTUDIO POR AMENAZA DE DESLIZAMIENTO DEL SECTOR BRIONES DE LA PARROQUIA SAN PABLO DEL CANTÓN PORTOVIJEJO DE LA PROVINCIA DE MANABI-ECUADOR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR: ESCUELA DE ING. EN GESTIÓN DE RIESGOS Y ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRE

PROYECTO DIPECHO: ASENTAMIENTO EN ZONA DE RIESGOS: CASO DEL PROCESO DE DESLIZAMIENTO DEL SECTOR "BRIONES", 2016 PARROQUIA SAN PABLO, DEL CANTÓN PORTOVIJEJO DE LA PROVINCIA DE MANABI



**PORTOVIJEJO**

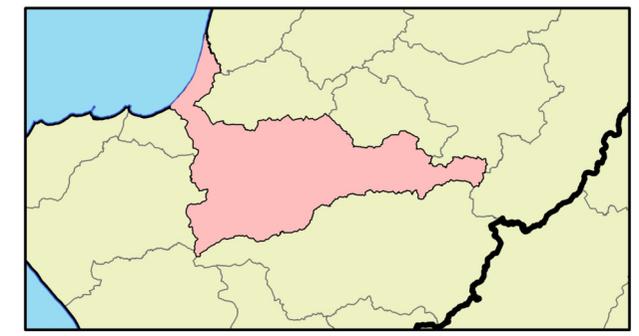
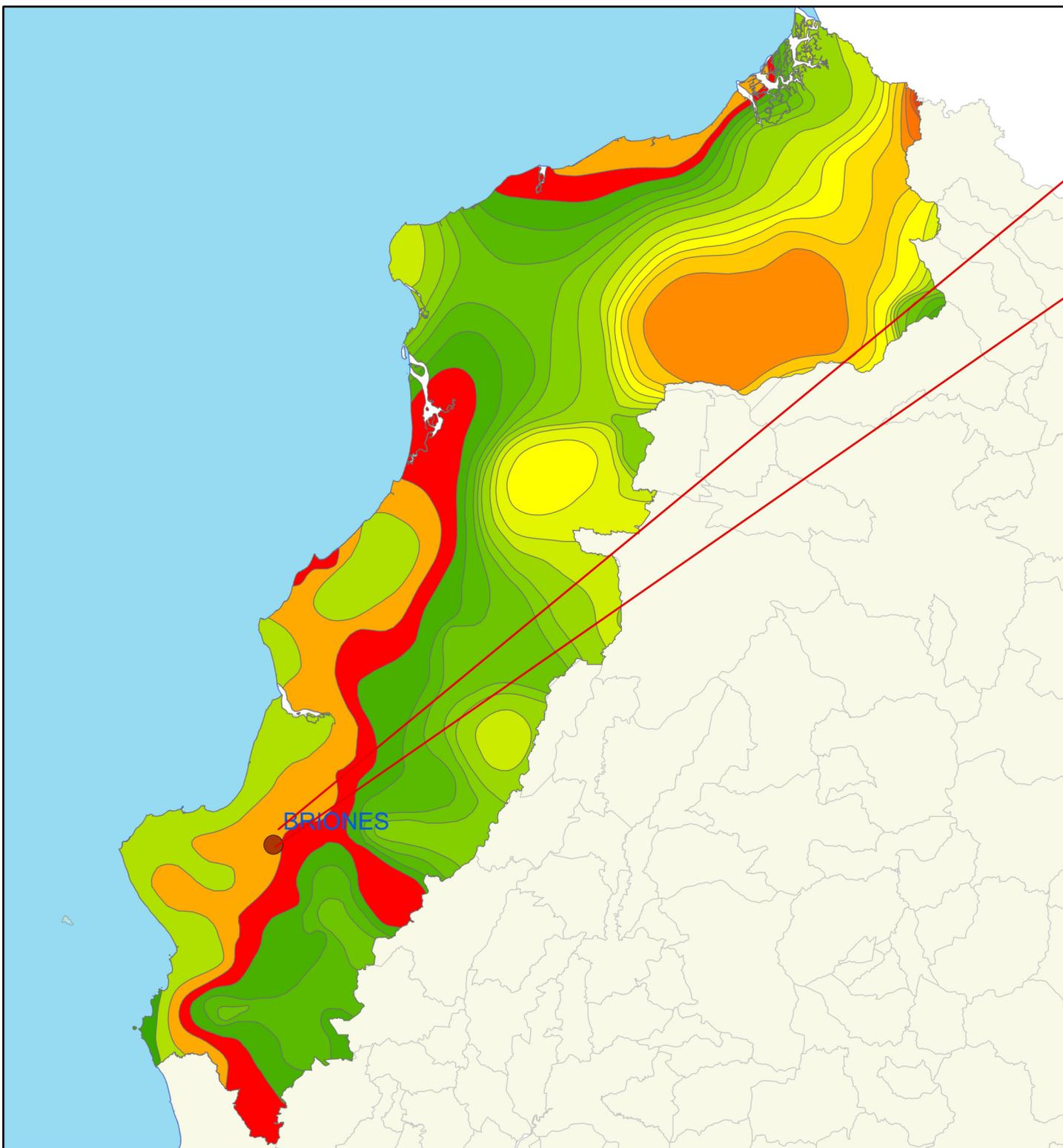
ELABORADO: EDUARDO ALMEIDA  
GARCIA/HONATHAN CEDEÑO MERO  
TUTOR RESPONSABLE : ING: EVA GAVILANES

SISTEMA DE COORDENADAS:  
PROJECTED COORDINATE SYSTEM: WGS\_1984\_UTM\_ZONE\_17S  
PROJECTION: TRANSVERSE\_MERCATOR  
FALSE\_EASTING: 500000.000000000  
FALSE\_NORTHING: 1000000.000000000  
CENTRAL\_MERIDIAN: -81.000000000  
SCALE\_FACTOR: 0.999600000  
LATITUDE\_OF\_ORIGIN: 0.000000000  
LINEAR UNIT: METER

REFERENCIAS CARTOGRAFICAS:  

- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL IGM
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MSP
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LA SGR
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MINEDUC
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE SEMPLADES
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MTOP

AÑO: 15/08/2018



**LEYENDA**

- Mar
- PORTOVIEJO
- Cantones
- Briones
- Area-Estudio

**Legend**

<b>Isoyetas</b>	<span style="color: green;">■</span> 1500-1750	<span style="color: yellow;">■</span> 3500-4000	<span style="color: orange;">■</span> 6000-6500
<span style="color: lightblue;">■</span> <all other values>	<span style="color: green;">■</span> 1750-2000	<span style="color: yellow;">■</span> 4000-4500	<span style="color: orange;">■</span> 6500-7000
<b>rango_mm</b>	<span style="color: green;">■</span> 2000-2500	<span style="color: yellow;">■</span> 4500-5000	<span style="color: orange;">■</span> 7000-7500
<span style="color: green;">■</span> 0-250	<span style="color: green;">■</span> 250-500	<span style="color: yellow;">■</span> 500-750	<span style="color: red;">■</span> 750-1000
<span style="color: green;">■</span> 1000-1250	<span style="color: yellow;">■</span> 2500-3000	<span style="color: orange;">■</span> 5000-5500	
<span style="color: green;">■</span> 1250-1500	<span style="color: yellow;">■</span> 3000-3500	<span style="color: orange;">■</span> 5500-6000	

MAPA MODELO DIGITAL DEL TERRENO DEL AREA DE ESTUDIO POR AMENAZA DE DESLIZAMIENTO DEL SECTOR BRIONES DE LA PARROQUIA SAN PABLO DEL CANTÓN PORTOVIEJO- DE LA PROVINCIA DE MANABÍ-ECUADOR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR: ESCUELA DE ING. EN GESTIÓN DE RIESGOS Y ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRE

**PROYECTO DIPECHO: ASENTAMIENTO EN ZONA DE RIESGOS: CASO DEL PROCESO DE DESLIZAMIENTO DEL SECTOR "BRIONES", 2016 PARROQUIA SAN PABLO, DEL CANTÓN PORTOVIEJO DE LA PROVINCIA DE MANABÍ**

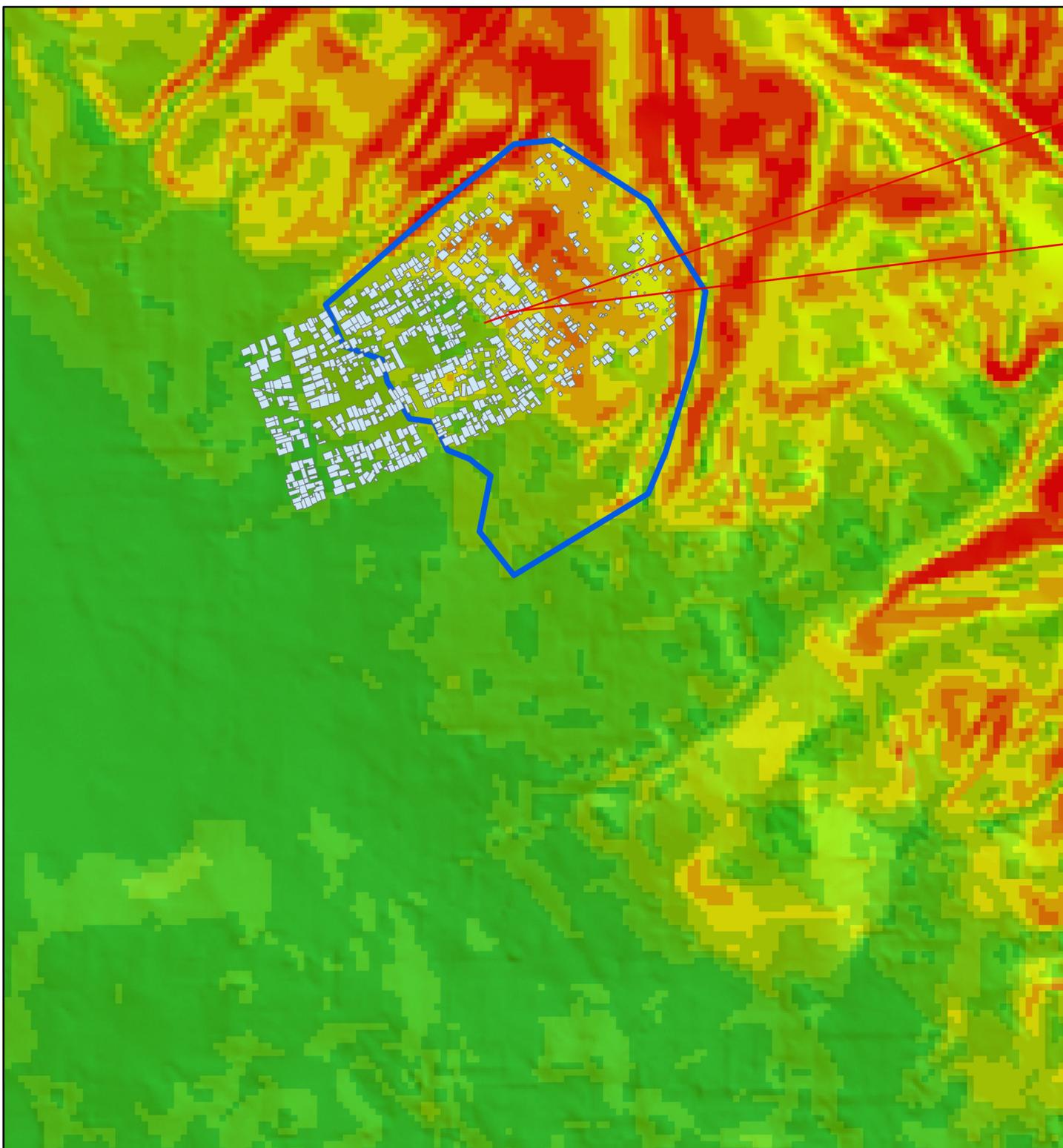


ELABORADO: EDUARDO ALMEIDA  
 GARCIA/HONATHAN CEDEÑO MERO  
 TUTOR RESPONSABLE : ING: EVA GAVILANES

SISTEMA DE COORDENADAS:  
 PROJECTED COORDINATE SYSTEM: WGS\_1984\_UTM\_ZONE\_17S  
 PROJECTION: TRANSVERSE\_MERCATOR  
 FALSE\_EASTING: 500000,00000000  
 FALSE\_NORTHING: 1000000,00000000  
 CENTRAL\_MERIDIAN: -82,00000000  
 SCALE\_FACTOR: 0,99960000  
 LATITUDE\_OF\_ORIGIN: 0,00000000  
 LINEAR UNIT: METER

REFERENCIAS CARTOGRAFICAS:  
 • CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL IGM  
 • CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MSP  
 • CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LA SGR  
 • CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MINEDEC  
 • CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE SEMPLADES  
 • CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MTPD

AÑO: 15/08/2018



**LEYENDA**

-  Mar
-  PORTOVIEJO
-  Cantones
-  Briones
-  Area-Estudio

**RANGO\_1**

-  0-3
-  3-12
-  12-30
-  30-45
-  >45

**Clasificac**

-  Muy Bajo
-  Bajo
-  Medio
-  Muy Alto
-  Alto

MAPA MODELO PORCENTAJES DE PENDIENTES DEL AREA DE ESTUDIO POR AMENAZA DE DESLIZAMIENTO DEL SECTOR BRIONES DE LA PARROQUIA SAN PABLO DEL CANTÓN PORTOVIEJO-DE LA PROVINCIA DE MANABI-ECUADOR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR: ESCUELA DE ING. EN GESTIÓN DE RIESGOS Y ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRE

PROYECTO DIPECHO: ASENTAMIENTO EN ZONA DE RIESGOS: CASO DEL PROCESO DE DESLIZAMIENTO DEL SECTOR "BRIONES", 2016 PARROQUIA SAN PABLO, DEL CANTÓN PORTOVIEJO DE LA PROVINCIA DE MANABÍ



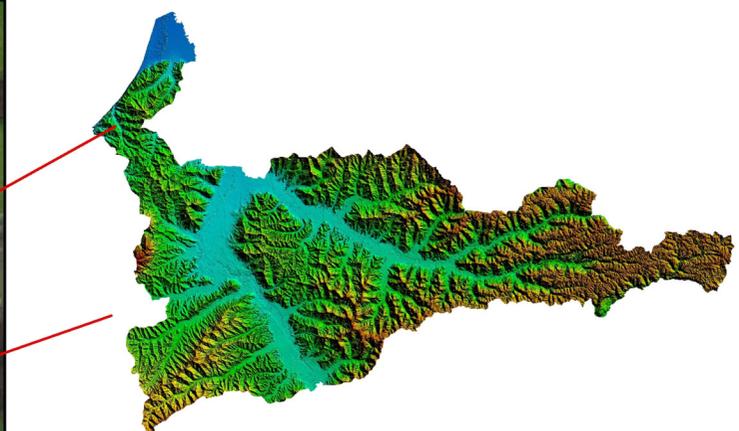
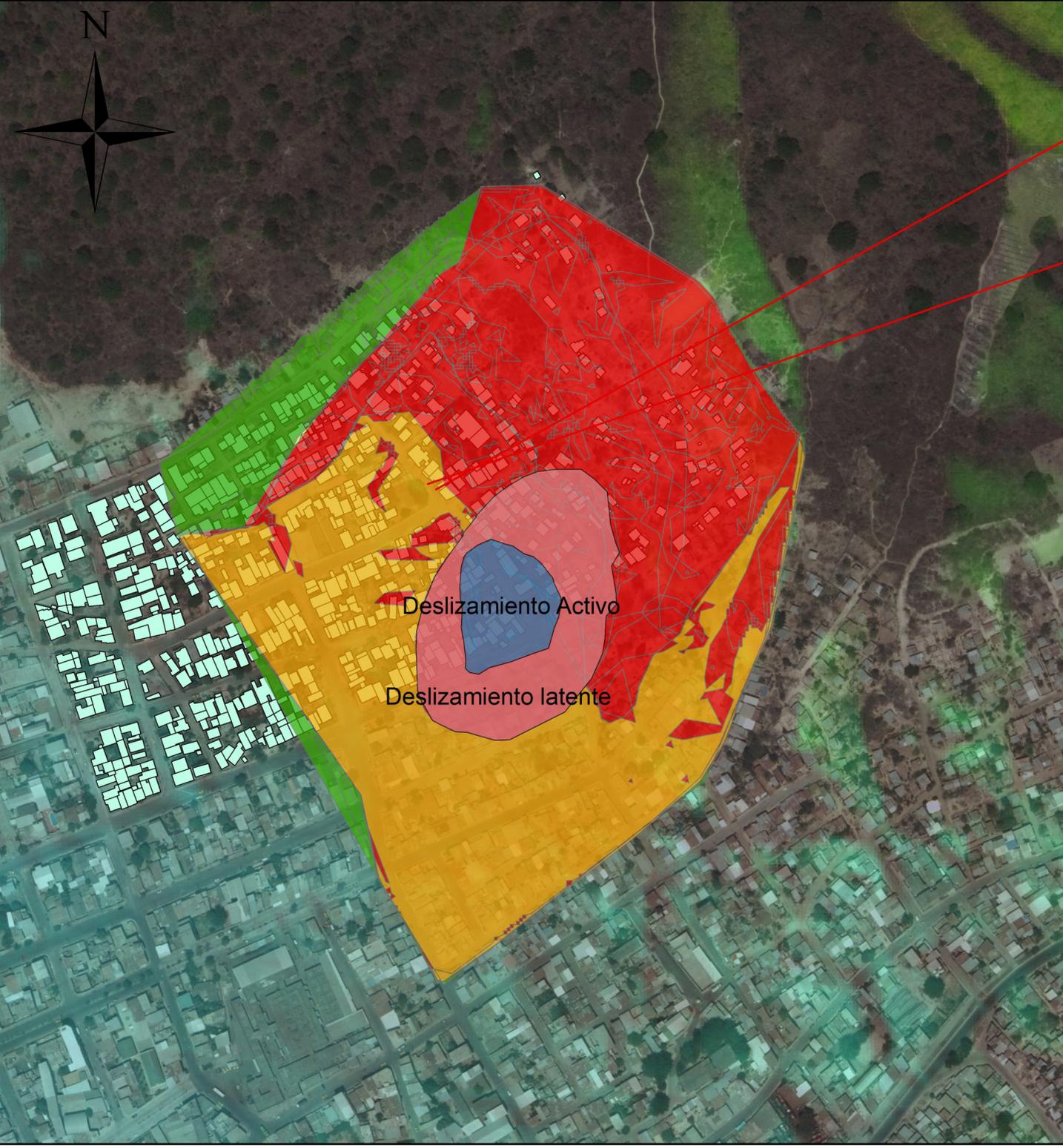
ELABORADO: EDUARDO ALMEIDA  
GARCIA/HONATHAN CEDEÑO MERO  
TUTOR RESPONSABLE : ING: EVA GAVILANES

SISTEMA DE COORDENADAS:  
PROJECTED COORDINATE SYSTEM: WGS\_1984\_UTM\_ZONE\_17S  
PROJECTION: TRANSVERSE\_MERCATOR  
FALSE\_EASTING: 500000.000000000  
FALSE\_NORTHING: 1000000.000000000  
CENTRAL\_MERIDIAN: -81.000000000  
SCALE\_FACTOR: 0.999600000  
LATITUDE\_OF\_ORIGIN: 0.000000000  
LINEAR UNIT: METER

REFERENCIAS CARTOGRAFICAS:  

- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL IGM
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MSP
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LA SGR
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MINEDUC
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE SEMPLADES
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MTOP

AÑO: 15/08/2018



# LEYENDA

## Amenaza Briones

### Amenaza

- |  |          |   |                       |
|--|----------|---|-----------------------|
|   | Baja     |  | Deslizamiento Activo  |
|   | Media    |  | Deslizamiento latente |
|   | Alta     |  | edi_brio              |
|  | Muy Alta |   |                       |

MAPA DE DESLIZAMIENTO DEL AREA DE ESTUDIO DEL SECTOR BRIONES DE LA PARROQUIA SAN PABLO DEL CANTON PORTOVIEJO- DE LA PROVINCIA DE MANABI-ECUADOR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR: ESCUELA DE ING. EN GESTIÓN DE RIESGOS Y ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRE

PROYECTO DIPECHO: ASENTAMIENTO EN ZONA DE RIESGOS: CASO DEL PROCESO DE DESLIZAMIENTO DEL SECTOR "BRIONES", 2016 PARROQUIA SAN PABLO, DEL CANTON PORTOVIEJO DE LA PROVINCIA DE MANABI

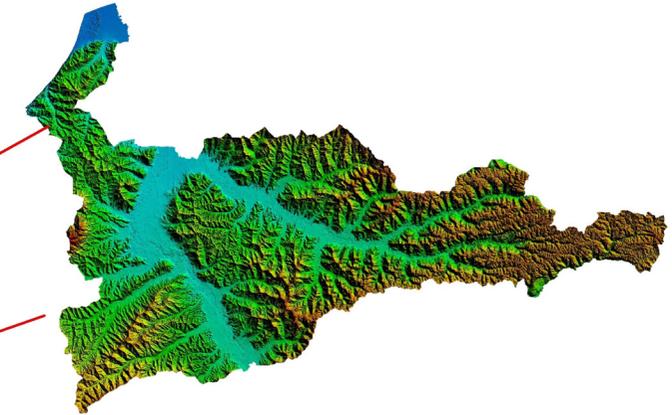
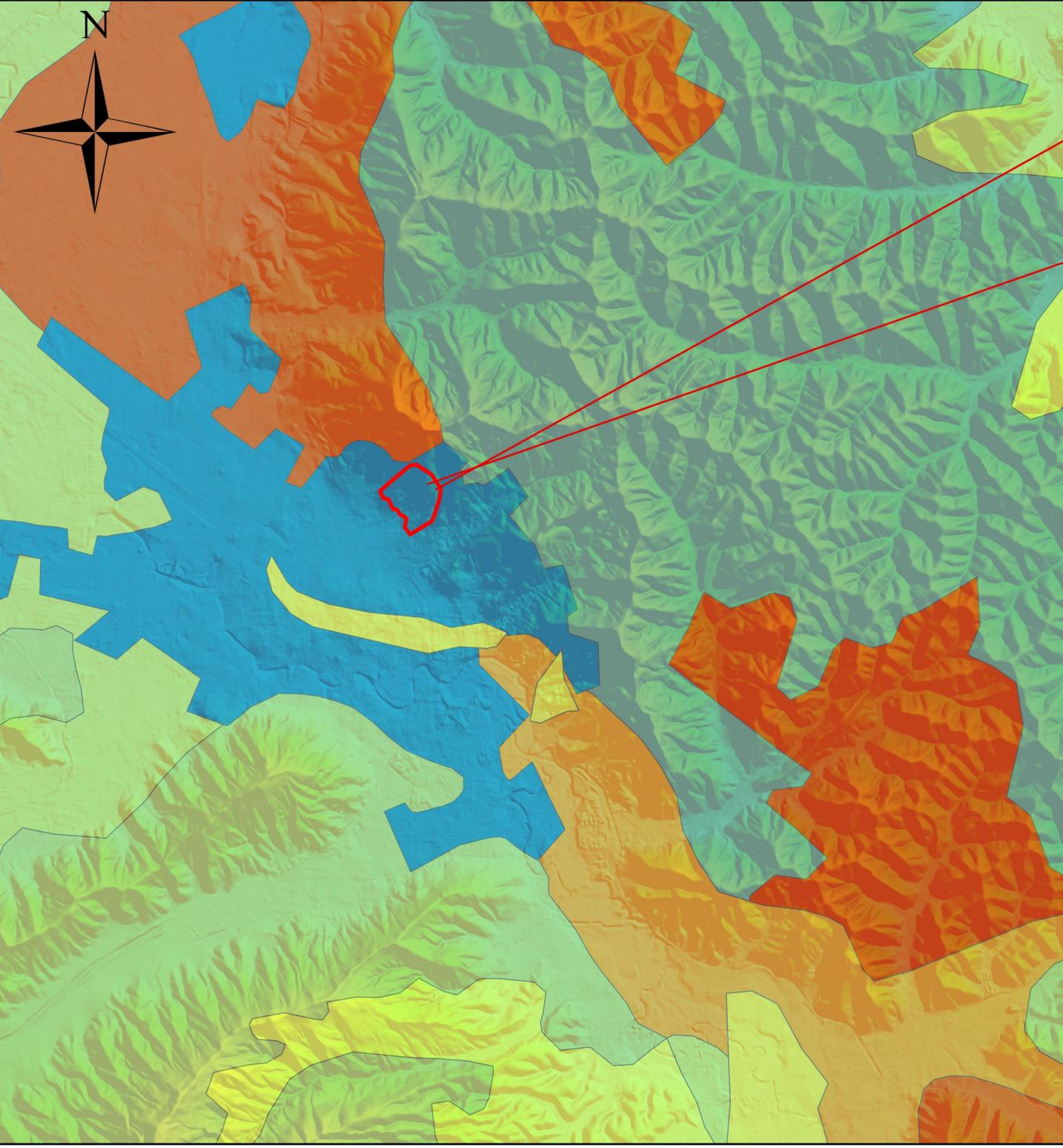


ELABORADO: EDUARDO ALMEIDA GARCIA/HONATHAN CEDEÑO MERO  
TUTOR RESPONSABLE: ING: EVA GAVILANES

SISTEMA DE COORDENADAS:  
PROJECTED COORDINATE SYSTEM: WGS\_1984\_UTM\_ZONE\_17S  
PROJECTION: TRANSVERSE\_MERCATOR  
FALSE\_EASTING: 500000.000000000  
FALSE\_NORTHING: 1000000.000000000  
CENTRAL\_MERIDIAN: -81.000000000  
SCALE\_FACTOR: 0.999600000  
LATITUDE\_OF\_ORIGIN: 0.000000000  
LINEAR UNIT: METER

- REFERENCIAS CARTOGRAFICAS:
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL IGM
  - CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MSP
  - CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LA SGR
  - CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MINEUC
  - CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE SEMPLADES
  - CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MTPD

AÑO: 15/08/2018



**LEYENDA**

**Cobertura\_Vegetal**

<all other values>

**USO**

- ALGODON
- AREAS POBLADAS
- AREAS SALINAS
- ARROZ
- BANANO
- BOSQUE HUMEDO
- BOSQUE SECO
- BOSQUE/CULTIVO/PASTO
- CACAO
- CAFE
- CAFE/CACAO
- CAMARONERAS
- CAÑA DE AZUCAR
- CHAPARRO
- CULTIVOS DE ALTURA
- CULTIVOS DE ZONA CALIDA
- CULTIVOS DE ZONA TEMPLADA
- CULTIVOS PERENNES/CULTIVOS DE ZONA CALIDA

- CULTIVOS/PASTO
- CULTIVOS/PASTO/BOSQUE
- DEPOSITOS DE AGUA
- ERIALES
- GLACIALES Y NIEVE
- HUERTOS
- INVERNADEROS
- MAIZ
- MANGLAR
- MATORRAL HUMEDO
- MATORRAL SECO
- MORETAL
- PALMA AFRICANA
- PASTO CULTIVADO
- PASTO NATURAL
- PASTO/BOSQUE
- PASTO/CULTIVO
- PLANTACIONES DE TE
- PLANTACIONES FORESTALES
- VEGETACION DE PARAMO

MAPA GEOMORFOLOGICO DEL AREA DE ESTUDIO POR AMENAZA DE DESLIZAMIENTO DEL SECTOR BRIONES DE LA PARROQUIA SAN PABLO DEL CANTON PORTOVIJEJO- DE LA PROVINCIA DE MANABI- ECUADOR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR: ESCUELA DE ING. EN GESTION DE RIESGOS Y ADMINISTRACION PARA DESASTRE

**PROYECTO DIPECHO: ASENTAMIENTO EN ZONA DE RIESGOS: CASO DEL PROCESO DE DESLIZAMIENTO DEL SECTOR "BRIONES", 2016 PARROQUIA SAN PABLO, DEL CANTON PORTOVIJEJO DE LA PROVINCIA DE MANABI**

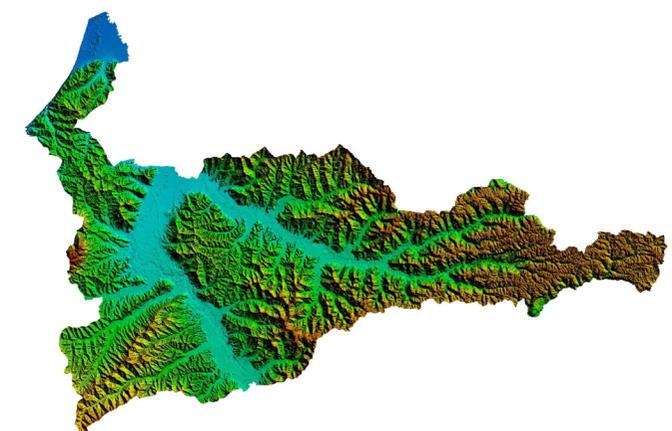
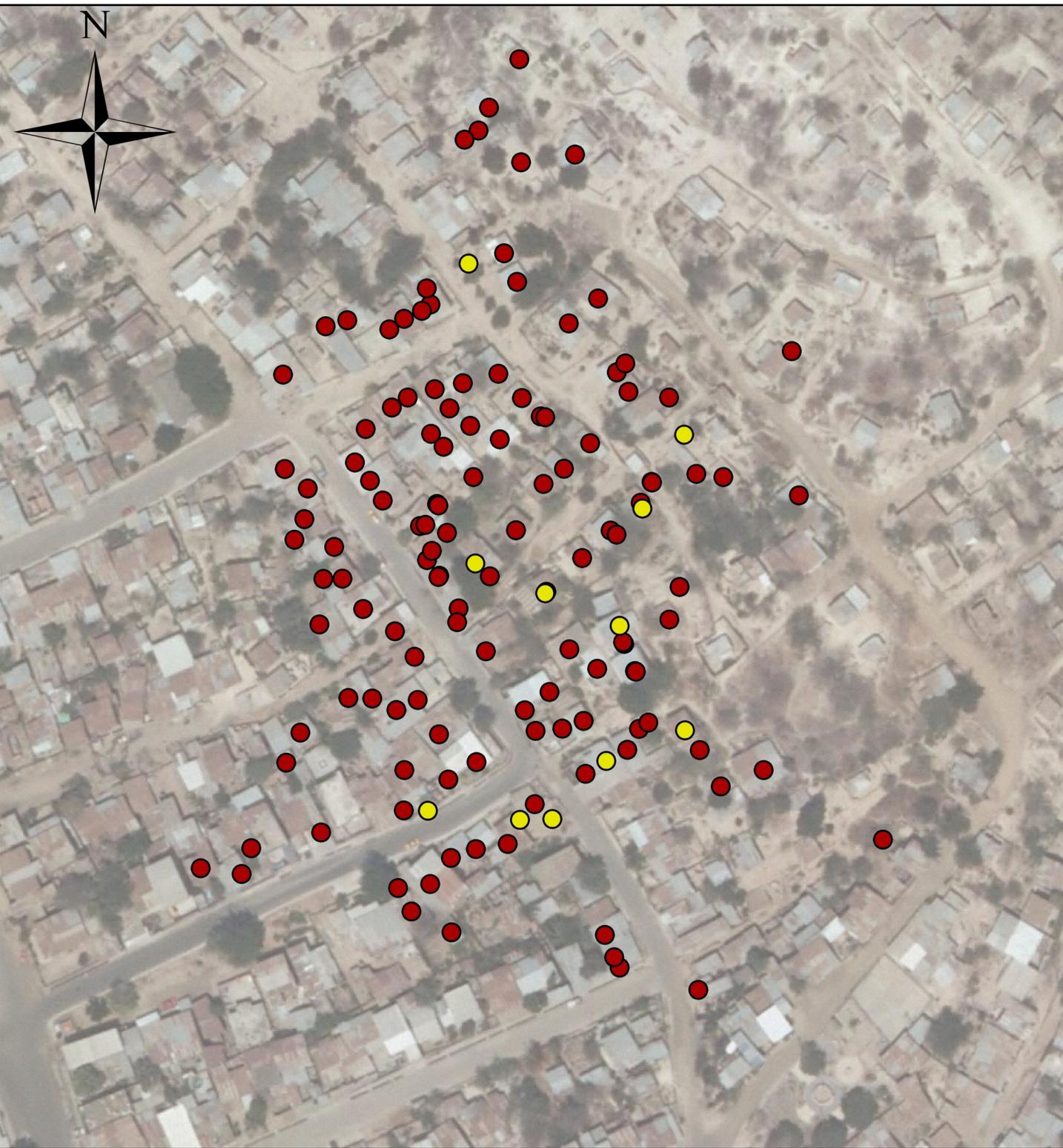


ELABORADO: EDUARDO ALMEIDA GARCIA/HONATHAN CEDEÑO MERO  
TUTOR RESPONSABLE : ING. EVA GAVILANES

AÑO: 15/08/2018

SISTEMA DE COORDENADAS:  
PROJECTED COORDINATE SYSTEM: WGS\_1984\_UTM\_ZONE\_17S  
PROJECTION: TRANSVERSE\_MERCATOR  
FALSE\_EASTING: 500000.00000000  
FALSE\_NORTHING: 1000000.00000000  
CENTRAL\_MERIDIAN: -81.00000000  
SCALE\_FACTOR: 0.99960000  
LATITUDE\_OF\_ORIGIN: 0.00000000  
LINEAR UNIT: METER

- REFERENCIAS CARTOGRAFICAS:
- CAPAS DE INFORMACION GEOGRAFICA DEL IGM
  - CAPAS DE INFORMACION GEOGRAFICA DEL MSP
  - CAPAS DE INFORMACION GEOGRAFICA DE LA SGR
  - CAPAS DE INFORMACION GEOGRAFICA DEL MINEIDUC
  - CAPAS DE INFORMACION GEOGRAFICA DE SEMPLADES
  - CAPAS DE INFORMACION GEOGRAFICA DEL MTOP



# vulnerabilidad briones

- medio
- Alto

MAPA DE DESLIZAMIENTO DEL AREA DE ESTUDIO DEL SECTOR BRIONES DE LA PARROQUIA SAN PABLO DEL CANTÓN PORTOVIEJO-DE LA PROVINCIA DE MANABI-ECUADOR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR: ESCUELA DE ING. EN GESTIÓN DE RIESGOS Y ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRE

PROYECTO DIPECHO: ASENTAMIENTO EN ZONA DE RIESGOS: CASO DEL PROCESO DE DESLIZAMIENTO DEL SECTOR "BRIONES", 2016 PARROQUIA SAN PABLO, DEL CANTÓN PORTOVIEJO DE LA PROVINCIA DE MANABI



C



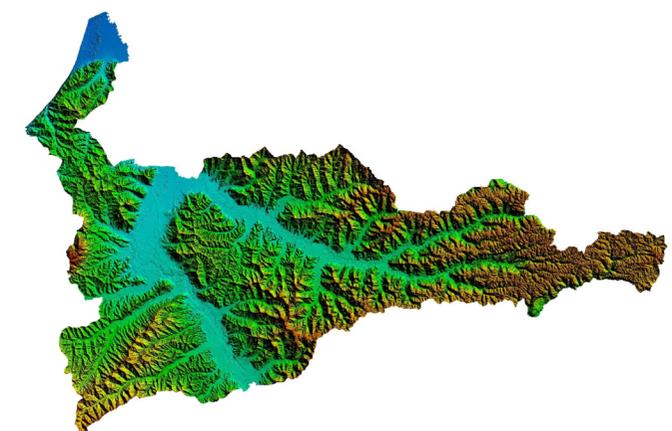
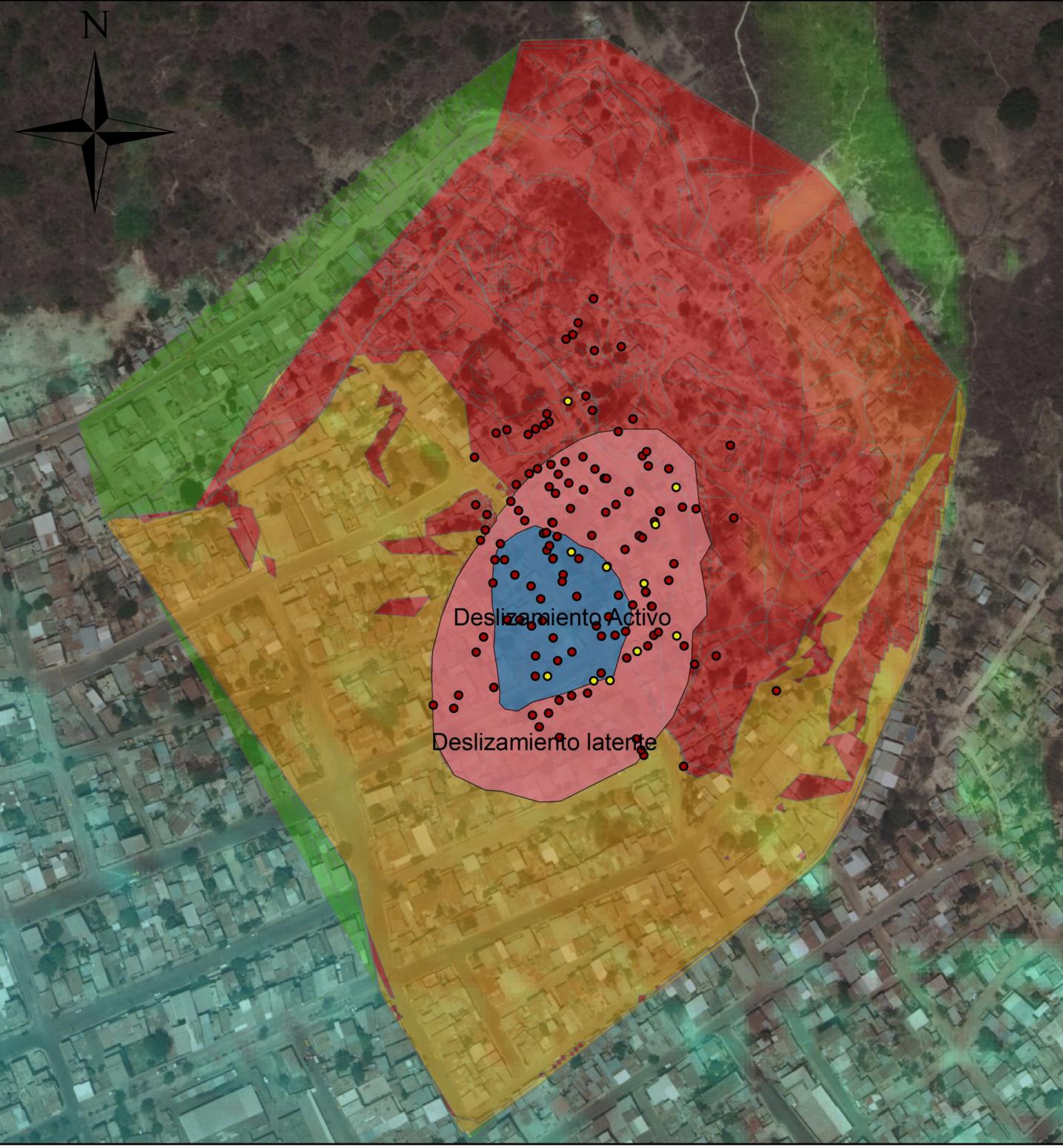
PORTOVIEJO

ELABORADO: EDUARDO ALMEIDA GARCIA/JONATHAN CEDEÑO MERO  
TUTOR RESPONSABLE : ING: EVA GAVILANES

AÑO: 15/08/2018

SISTEMA DE COORDENADAS:  
PROJECTED COORDINATE SYSTEM: WGS\_1984\_UTM\_ZONE\_17S  
PROJECTION: TRANSVERSE\_MERCATOR  
FALSE EASTING: 500000.0000000000  
FALSE NORTHING: 10000000.0000000000  
CENTRAL MERIDIAN: -81.0000000000  
SCALE FACTOR: 0.9999600000  
LATITUDE OF ORIGIN: 0.0000000000  
LINEAR UNIT: METER

- REFERENCIAS CARTOGRAFICAS:
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL IGM
  - CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MSP
  - CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LA SGR
  - CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MINEUC
  - CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE SEMPLADES
  - CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL INTOP



## LEYENDA

### Amenaza Briones

#### Amenaza

- |  |   |
|--|---|
|  Baja     |  Deslizamiento Activo  |
|  Media    |  Deslizamiento latente |
|  Alta     |  edi_brio              |
|  Muy Alta |   |

### vulnerabilidad briones

-  medio
-  Alto

MAPA DE DESLIZAMIENTO DEL AREA DE ESTUDIO DEL SECTOR BRIONES DE LA PARROQUIA SAN PABLO DEL CANTON PORTOVIJEJO- DE LA PROVINCIA DE MANABI-ECUADOR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR: ESCUELA DE  
ING. EN GESTIÓN DE RIESGOS Y  
ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRE

PROYECTO DIPECHO: ASENTAMIENTO EN ZONA DE RIESGOS: CASO DEL PROCESO DE DESLIZAMIENTO DEL SECTOR "BRIONES", 2016 PARROQUIA SAN PABLO, DEL CANTON PORTOVIJEJO DE LA PROVINCIA DE MANABI



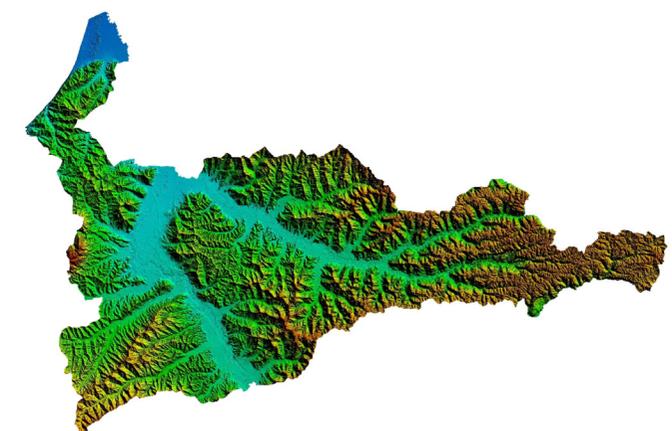
ELABORADO: EDUARDO ALMEIDA  
GARCIA/HONATHAN CEDEÑO MERO  
TUTOR RESPONSABLE : ING: EVA GAVILANES

SISTEMA DE COORDENADAS:  
PROJECTED COORDINATE SYSTEM: WGS\_1984\_UTM\_ZONE\_17S  
PROJECTION: TRANSVERSE\_MERCATOR  
FALSE\_EASTING: 500000.000000000  
FALSE\_NORTHING: 1000000.000000000  
CENTRAL\_MERIDIAN: -81.000000000  
SCALE\_FACTOR: 0.999600000  
LATITUDE\_OF\_ORIGIN: 0.000000000  
LINEAR UNIT: METER

REFERENCIAS CARTOGRAFICAS:

- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL IGM
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MSP
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LA SGR
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MINEUCUD
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE SEMPLADES
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MTPD

AÑO: 15/08/2018



 Area de Reacentamiento

### vulnerabilidad briones

-  medio
-  Alto

MAPA DE DESLIZAMIENTO DEL AREA DE ESTUDIO DEL SECTOR BRIONES DE LA PARROQUIA SAN PABLO DEL CANTON PORTOVIEJO- DE LA PROVINCIA DE MANABI-ECUADOR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR: ESCUELA DE  
ING. EN GESTIÓN DE RIESGOS Y  
ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRE

**PROYECTO DIPECHO: ASENTAMIENTO EN ZONA DE RIESGOS: CASO DEL PROCESO DE DESLIZAMIENTO DEL SECTOR "BRIONES", 2016 PARROQUIA SAN PABLO, DEL CANTON PORTOVIEJO DE LA PROVINCIA DE MANABI**

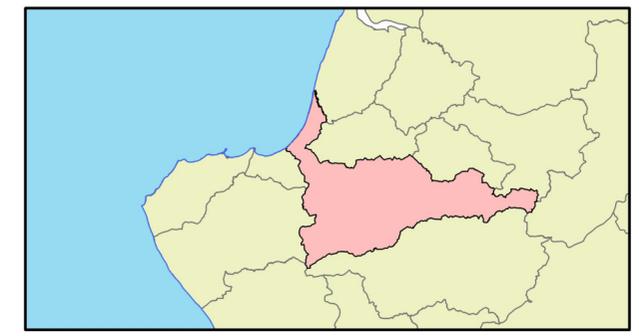
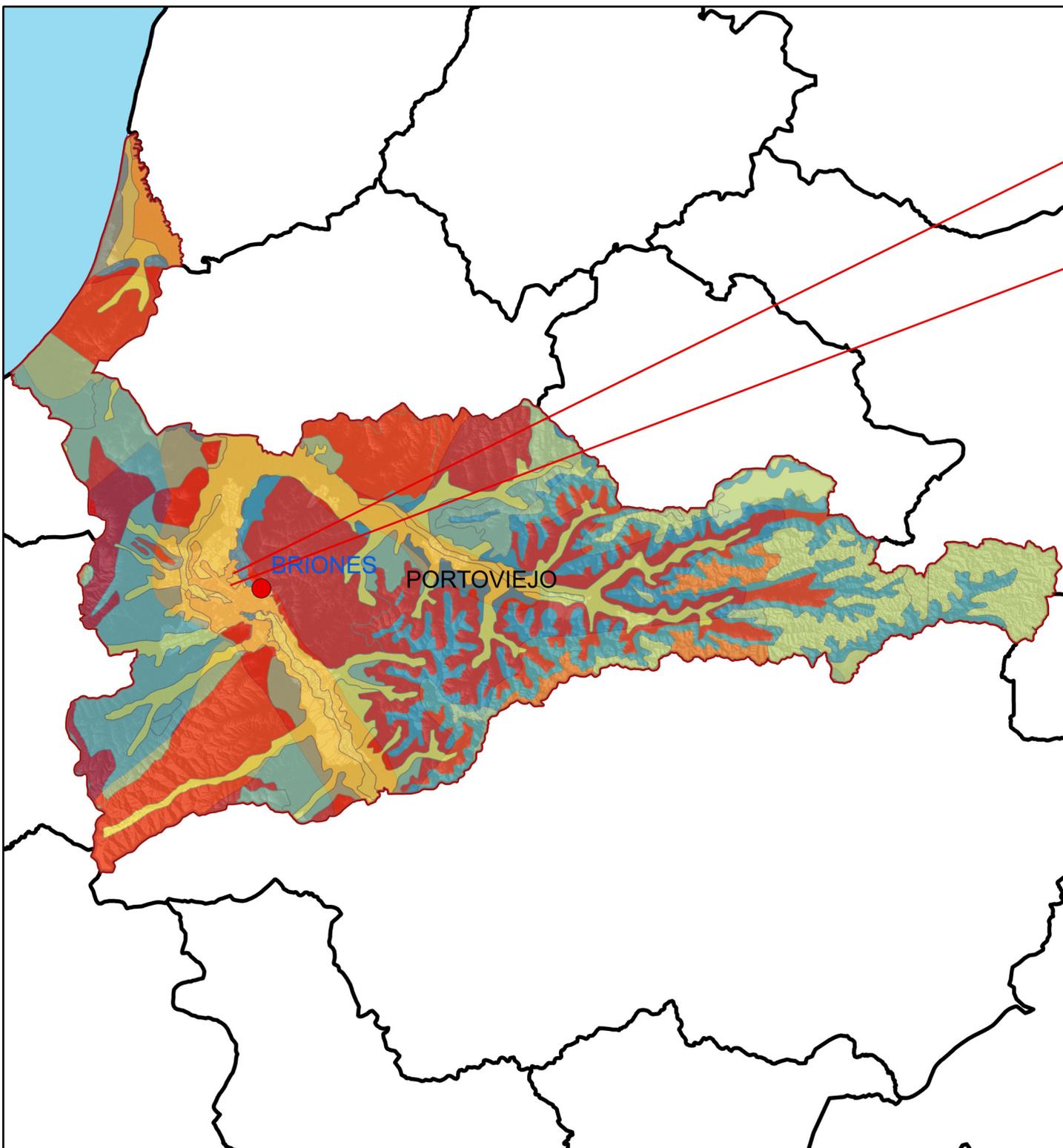


ELABORADO: EDUARDO ALMEIDA  
GARCIA/HONATHAN CEDEÑO MERO  
TUTOR RESPONSABLE : ING: EVA GAVILANES

SISTEMA DE COORDENADAS:  
PROJECTED COORDINATE SYSTEM: WGS\_1984\_UTM\_ZONE\_17S  
PROJECTION: TRANSVERSE\_MERCATOR  
FALSE\_EASTING: 500000.000000000  
FALSE\_NORTHING: 1000000.000000000  
CENTRAL\_MERIDIAN: -81.000000000  
SCALE\_FACTOR: 0.999600000  
LATITUDE\_OF\_ORIGIN: 0.000000000  
LINEAR UNIT: METER

- REFERENCIAS CARTOGRAFICAS:
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL IGM
  - CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MSP
  - CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LA SGR
  - CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MINEUC
  - CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE SEMPLADES
  - CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MTP

AÑO: 15/08/2018



**LEYENDA**

- Mar
- PORTOVIEJO
- Cantones
- Briones
- Area-Estudio

**Legend**

- geomorfologia**
- <all other values>
- CLASE**
- |  |   |   |
|--|---|---|
| <span style="color: #f4a460;">■</span> Camaroneras   | <span style="color: #c8e6c9;">■</span> Mesas                | <span style="color: #bbdefb;">■</span> Playas               |
| <span style="color: #e57373;">■</span> Colinas altas | <span style="color: #ffccbc;">■</span> Mesas disectadas     | <span style="color: #fff176;">■</span> Terraza alta         |
| <span style="color: #90caf9;">■</span> Colinas bajas | <span style="color: #e0ffe0;">■</span> Mesas muy disectadas | <span style="color: #fff9c4;">■</span> Terraza aluvial      |
|  | <span style="color: #e8f5e9;">■</span> Planicies costaneras | <span style="color: #fff176;">■</span> Terraza baja         |
|  |   | <span style="color: #bbdefb;">■</span> Vertientes regulares |
|  |   | <span style="color: #fff176;">■</span> Zonas Urbanas        |

MAPA MODELO DIGITAL DEL TERRENO DEL AREA DE ESTUDIO POR AMENAZA DE DESLIZAMIENTO DEL SECTOR BRIONES DE LA PARROQUIA SAN PABLO DEL CANTÓN PORTOVIEJO- DE LA PROVINCIA DE MANABÍ-ECUADOR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR: ESCUELA DE ING. EN GESTIÓN DE RIESGOS Y ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRE

PROYECTO DIPECHO: ASENTAMIENTO EN ZONA DE RIESGOS: CASO DEL PROCESO DE DESLIZAMIENTO DEL SECTOR "BRIONES", 2016 PARROQUIA SAN PABLO, DEL CANTÓN PORTOVIEJO DE LA PROVINCIA DE MANABÍ



ELABORADO: EDUARDO ALMEIDA  
GARCIA/HONATHAN CEDAÑO MERO  
TUTOR RESPONSABLE: ING. EVA GAVILANES

SISTEMA DE COORDENADAS:  
PROJECTED COORDINATE SYSTEM: WGS\_1984\_UTM\_ZONE\_17S  
PROJECTION: TRANSVERSE\_MERCATOR  
FALSE\_EASTING: 500000,000000000  
FALSE\_NORTHING: 1000000,000000000  
CENTRAL\_MERIDIAN: -81,000000000  
SCALE\_FACTOR: 0,999600000  
LATITUDE\_OF\_ORIGIN: 0,000000000  
LINEAR UNIT: METER

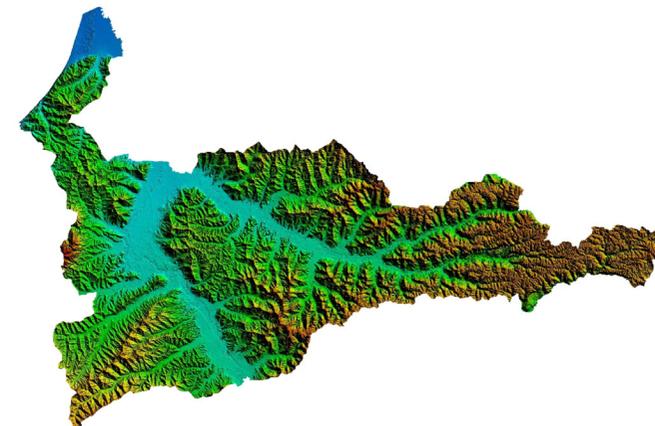
REFERENCIAS CARTOGRAFICAS:  

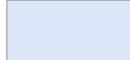
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL IGM
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MSP
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LA SGR
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MINEDUC
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE SEMPLADES
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MTOP

AÑO: 15/08/2018



Reacentamiento de 107 familias del sector Briones



 Area de Reacentamiento

### vulnerabilidad briones

- medio
- Alto

MAPA DE DESLIZAMIENTO DEL AREA DE ESTUDIO DEL SECTOR BRIONES DE LA PARROQUIA SAN PABLO DEL CANTÓN PORTOVIJEJO- DE LA PROVINCIA DE MANABI-ECUADOR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR: ESCUELA DE ING. EN GESTIÓN DE RIESGOS Y ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRE

**PROYECTO DIPECHO: ASENTAMIENTO EN ZONA DE RIESGOS: CASO DEL PROCESO DE DESLIZAMIENTO DEL SECTOR “BRIONES”, 2016 PARROQUIA SAN PABLO, DEL CANTÓN PORTOVIJEJO DE LA PROVINCIA DE MANABI**



PORTOVIJEJO

ELABORADO: EDUARDO ALMEIDA GARCIA/HONATHAN CEDEÑO MERO  
TUTOR RESPONSABLE : ING: EVA GAVILANES

AÑO: 15/08/2018

SISTEMA DE COORDENADAS:  
PROJECTED COORDINATE SYSTEM: WGS\_1984\_UTM\_ZONE\_17S  
PROJECTION: TRANSVERSE\_MERCATOR  
FALSE\_EASTING: 500000.000000000  
FALSE\_NORTHING: 1000000.000000000  
CENTRAL\_MERIDIAN: -81.000000000  
SCALE\_FACTOR: 0.999600000  
LATITUDE\_OF\_ORIGIN: 0.000000000  
LINEAR UNIT: METER

REFERENCIAS CARTOGRAFICAS:

- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL IGM
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MSP
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LA SGR
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MINEUC
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE SEMPLADES
- CAPAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DEL MTPD